Die

Entfernung der Sonne von der Erde

aus dem

Venusdurchgange von 1761

hergeleitet

von

J. F. Encke,

Vice-Director der Sternwarte Seeberg.

Gotha,

in der Beckerschen Buchhandlung

1822.

Vorwort.

Es war die ursprüngliche Absicht, mit der Berechnung des ersten Venusdurchganges sogleich die des zweiten, bei weitem erfolgreicheren vom Jahre 1769, zu verbinden, um auf diese Weise alle Materialien, auf die, noch für ein halbes Jahrhundert hinaus, das wichtige Element der Sonnenparallaxe sich gründen muſs, in einer Uebersicht beisammen zu haben. Theils der über Erwarten groſse Zeitaufwand, den die Sammlung und Berechnung aller Beobachtungen erforderte, theils die Hoffnung, durch belehrende Urtheile die Mängel der Behandlung berichtigt zu sehen, und dadurch die rückständige gröſsere Arbeit dem jetzigen Zustande der Astronomie angemessener machen zu können, haben die abgesonderte Herausgabe veranlaſst.

Je mehr das Gebiet der Astronomie in den letzten Jahrzehnten sich erweitert hat, so dafs die Kräfte des Einzelnen nicht mehr hinreichen, alle Theile zu umfassen, desto wünschenswerther ist es, ihrer Natur nach abgeschlossene Gegenstände so bearbeitet zu wissen, dafs die Wiederaufnahme der Untersuchung für eine Reihe von Jahren unnöthig wird. Diesem hohen Ziele mich zu nähern, ist mein hauptsächlichstes Streben gewesen. So wie ich mich bemüht habe, nichts zu versäumen, was zur Erreichung desselben hinführen könnte; so werde ich auch bei der Benutzung jedes als zweckmäfsig erkannten Vorschlages keinen Aufwand an Zeit oder Kräften scheuen.

Seeberg, J. F. Encke.
im Februar 1822.



1.

Die Gattung partieller Sonnenfinsternisse, welche wir mit dem Namen der Venusdurchgänge bezeichnen, gehört zu den seltensten Himmelserscheinungen, deren schöner Anblick nicht einmal jedem Jahrhunderte zu Theil wird. Schon dieser Umstand wird ihnen immer ein hohes Interesse bewahren; die Genauigkeit mit der durch sie eines der schwierigsten Elemente der Venusbahn, die Knoten-Länge, erhalten wird, mufs ihnen die Aufmerksamkeit der Astronomen sichern; aber ihr hauptsächlicher Nutzen besteht darin, dafs die Entfernung der Sonne von der Erde aus ihnen sich näher und zuverlässiger, als auf irgend einem andern Wege bestimmen läfst.

Kepler hatte zuerst gewagt, einen solchen Durchgang vorherzusagen; Horrox im Jahre 1639 wirklich einen beobachtet; aber allen Astronomen war, bis gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts, diese ihre interessanteste Seite entgangen. In zwei wichtigen Abhandlungen der Philosophical Transactions von 1691 und 1716 machte Halley seine Zeitgenossen damit bekannt, und forderte die spätern Astronomen dringend auf, die

seltene Gelegenheit nicht ungenutzt vorübergehen zu lassen. Eine Entdeckung die allein hinreichen würde, seinen Namen auf immer der Vergessenheit zu entreifsen, wenn nicht seine übrigen grofsen Verdienste, in fast jedem Theile der Astronomie, ihm das dankbare Andenken der Nachwelt sicherten.

Der Mercursdurchgang, den Halley im Jahre 1677 auf der Insel Helena beobachtete, veranlafste ihn, über das Wesen solcher Durchgänge und den Einflufs, den die Sonnenparallaxe auf die Zeiten des Ein- und Austritts oder der Dauer haben kann, Untersuchungen anzustellen. Er machte in der letzten oben angeführten Abhandlung nicht blos im Allgemeinen darauf aufmerksam, er zeigte den Weg, wie man den gröfsten Nutzen daraus ziehen könne, er gab die Beobachtungen an, die am sichersten zum Ziele führen würden, er versuchte die Orte der Erde, deren Lage am passendsten seyn möchte, und die Genauigkeit zu bestimmen, die man zu erreichen sich schmeicheln dürfe.

Als das Jahr des ersten Durchgangs 1761 sich näherte, wurden seine Rechnungen wiederholt. Unerwartet entdeckte dabei der französische Astronom Trebuchet, dafs die von Halley bezeichneten Puncte nicht die zweckmäfsigsten waren, und dem zu Folge entwarf De l'Isle nach den besten damals bekannten Elementen eine Charte, auf der sich die Veränderungen in der Erscheinung, welche von der Lage der Orte auf der Erde herrühren, leicht übersehen liefsen.

Halley's Irrthum entsprang theils aus einem wirklichen Rechnungsfehler, einem falschen Zei-



chen beim Positionswinkel der Sonne. Aber der Einfluss dieses Fehlers ist nur unbedeutend; er allein würde die Länge und Breite der Orte auf der Erde nur um wenige Grade, auf die es hier nicht ankommt, geändert haben.[1]) Hauptursache war die Unsicherheit der Elemente. Halley vermuthete eine Bewegung der Venusknoten, nach der Analogie der übrigen Planeten; die Gröſse der Zurückweichung muſste er spätern Zeiten zu bestimmen überlassen. Er selbst berechnete den Durchgang nur beispielsweise mit der Knotenlänge vom Jahr 1629, und fand daher den kleinsten Abstand der Venus nur gleich 4 Minuten, während er wirklich 9½ betrug. An mehreren Stellen bemerkt er ausdrücklich, daſs alle seine Resultate nur auf die Hypothese eines siderisch ruhenden Knotens sich gründen.

Wenn Halley die Nachwelt gebeten hatte, sich zu erinnern, daſs ein Engländer zuerst den neuen Weg gezeigt: so rechneten die Franzosen dagegen es ihrer Nation zum Verdienste an, zuerst gegen seinen Irrthum gewarnt zu haben. Die etwas harte, auf Zeitungsnachrichten gegründete, Aeuſserung in der Histoire de l'Acad. 1761, als sey die Londoner Societät wirklich im Begriff gewesen, nach ganz falschen Gegenden ihre Beobachter hin zu senden, als sie glücklicherweise noch von den französischen Rechnungen Kenntniſs bekommen, veranlaſste eine kurze Erwiederung von Short,[2]) über deren Grund oder Ungrund zu entscheiden,

---

[1]) S. Planmann Phil. Transact. 1768 p. 116.

[2]) Phil. Transact. 1763 p. 342.

für unsere Zeiten von keinem Interesse mehr seyn kann.

2.

Zur Erhaltung einer allgemeinen Uebersicht der Parallaxenwirkung auf der ganzen Oberfläche der Erde, dienen am zweckmäfsigsten die Formeln, die la Grange in den Mémoires de Berlin 1766 analytisch entwickelt, und auf den Durchgang von 1769 angewandt hat. Die beträchtliche Entfernung beider Himmelskörper erlaubt, grofse Kürze mit hinreichender Genauigkeit zu vereinigen. Nur zwei Vernachlässigungen können einigen Einflufs haben. Die erste ist das Weglassen eines Gliedes, was ursprünglich zu den Gröfsen zweiter Ordnung gehört, aber durch die Division mit dem kleinen Winkel des scheinbaren Sonnenhalbmessers merklich wird. Es ist von der Form

$$\tfrac{1}{2}\,\frac{p^2}{z}\,sin\,y^2$$

wo p die jedesmalige relative Höhenparallaxe, z der Sonnenhalbmesser, und y der Winkel ist, den der Sonnenhalbmesser, an dessen Endpuncte Venus ein- oder austritt, mit ihrem Vertical macht. Im Maximum beträgt dieser Ausdruck in Bezug auf den scheinbaren Winkel zwischen Venus und Sonne 0,"237; was für 1761 einem Fehler in der beobachteten Zeit von etwa 4"½ entspricht. Dieser wirkt immer in einerlei Sinn. Alle Eintritte fallen später als die Rechnung sie gibt; alle Austritte früher, jede Dauer ist kürzer.

Die zweite nicht ganz strenge Voraussetzung, dafs die Bahn der Venus überall denselben Winkel

mit dem Sonnenhalbmesser des Ein- und Austrittes macht, würde einen Factor von der Form

$$1 + \frac{p}{z}\ tg\ \eta \left\{ sin\ \gamma + \tfrac{1}{2} cos\ \gamma\ tg\ \eta \right\}$$

verlangen, wo η den eben bezeichneten Winkel für den Mittelpunct der Erde bedeutet. Im Maximum beträgt dieser Factor für 1761 . . . 1,0183, gleich einem Fehler in Zeit von etwa 7". Sein Einfluſs wird bald positiv, bald negativ, je nachdem p die Venus dem Sonnenmittelpuncte näher bringt, oder sie davon entfernt. Beide Vernachlässigungen liegen offenbar innerhalb der Grenzen der Unsicherheit, welche die Elemente der Venusbahn bei jeder Vorausberechnung noch für eine lange Reihe von Jahren haben werden.

3.

Im Jahre 1761 waren die Hauptmomente des Durchgangs für den Mittelpunct der Erde folgende:

Eintritt des Centrums der Venus in den südöstl. Sonnenrand um	14^h 22′ 10" W. Par. Z.
Mitte des Durchgangs, od. Zeit des kleinsten Abstandes .	17^h 30′ 22,"5
Kleinster Abstand südlich . .	9′ 34,"2
Ecliptische Conjunction .	17^h 51′ 47"
Länge ☉ und ♀ für diese Zeit	75° 36′ 1" Sch. Aequin.
Breite ♀ südlich	9′ 40,"5
Austritt	20^h 38′ 35"
Dauer des Durchgangs .	6^h 16′ 25".

Hiernach fiel der Pol des frühesten Eintrittes auf der Erde in

245° 42′ östl. Länge von Ferro
20° 56′ südl. Breite

in der Südsee, etwas östlich von den niedrigen Inseln. Alle Orte der Erde, die gleich weit von diesem Puncte abstehen, die, wenn man die Erde als sphärisch ansieht, auf einem diesem Pole zugehörigen Parallelkreise liegen, erfahren dieselbe Parallaxenwirkung. Bezeichnet man mit ζ den terrestrischen Bogen, der den Abstand eines Ortes von diesem Pole mifst, so ward dort der Eintritt gesehen um

$$14^h\ 22'\ 10'' - (6'\ 40'')\ \cos\zeta \text{ W. P. Z.}$$

am spätesten folglich da wo $\zeta = 180°$, in

65° 42′ O. L. v. Ferro
20 56 N. B.

in der Mitte von Arabien.

Ganz Asien mit seinen Inseln, ein kleiner Theil von Arabien und Natolien ausgenommen, ein Theil des östlichen und nördlichen Europa, der westliche Theil von Nordamerika, alle Inselgruppen der Südsee westlich von den niedrigen Inseln, ganz Neuholland sah den Eintritt.

Der Pol des spätesten Austritts fiel in

6° 9′ O. L. v. Ferro
46 47 südl. Breite

gleichfalls in der Südsee, etwa 9° südlich von der Insel Tristan d'Acunha.

Jeder von ihm um den Bogen ζ' abstehende Ort sah den Austritt um

$$20^h\ 38'\ 35'' + (6'\ 40'')\ \cos\zeta \text{ W. P. Z.}$$

Am frühesten konnte er in

186° 9′ O. L.
46 47 südl. Br.

nahe bei der Südspitze von Kamtschatka beobachtet werden. Ueberhaupt war er sichtbar für ganz Afrika, den gröfsten Theil des atlantischen Oceans bis zur Insel Tristan d'Acunha, für St. Helena, ganz Europa und Asien, bis etwas über die philippinischen Inseln hinaus, einen kleinen Theil von Nordamerika und den westlichen Theil von Neu-Seeland und Neu-Holland.

Der Pol der längsten Dauer traf in

290° 52′ O. L.
52 31 Südl. Br.

einige zwanzig Grade westlich vom Cap Horn. Sey der Abstand eines Orts von diesem Puncte ζ'', so währte dort die Dauer, abgesehen von dem Umstande, ob die Sonne beim Ein- und Austritte auch wirklich über dem Horizonte war,

$$6^h\ 16'\ 25'' + (9'\ 7'')\ \cos \zeta''.$$

Am kürzesten in

110° 52′ O. L.
52 31 N. B.

mitten in Sibirien in der Nähe von Sajansk am Enisei.

Ganz Asien, ein kleiner westlicher Theil abgerechnet, die Inseln des indischen Oceans von einigen 80° östl. Länge bis nach Neu-Holland, und ein Theil dieses leztern Continents hatten während der ganzen Verweilung die Sonne über ihrem Horizonte.

4.

Schon aus dieser vorläufigen Uebersicht erhellt, dafs der Durchgang von 1761 keinesweges zu den für die Bestimmung der Parallaxe vortheilhaftesten gehörte. Die wichtigsten Beobachtungen sind die Verweilungen in der Nähe der Pole der längsten und kürzesten Dauer, in so fern die Zeitunterschiede bei ihnen unabhängig von dem schwierigen Elemente einer genauen Längenbestimmung sind. Die Gröfse dieser Unterschiede, und mithin der Basis, aus welcher die Sonnenparallaxe geschlossen wird, wächst mit der Gröfse des kleinsten Abstandes. Die Möglichkeit, nahe an den Polen der Dauer beobachten zu können, hängt hauptsächlich von der Lage der scheinbaren Venusbahn gegen den Sonnenmittelpunct ab. Nur wenn die geocentrische Venusbreite gleichnamig mit der Sonnendeclination ist, wird man beide Pole benutzen können. In jeder Hinsicht hatte der zweite Venusdurchgang den Vorzug, Der wirklich beobachtete Zeitunterschied zwischen zwei Verweilungen betrug bei ihm über 23 Minuten, während 1761 keine Verweilung gesehen werden konnte, die länger gewesen wäre als die geocentrische Dauer. Der vortheilhafteste Punct, die südwestliche Spitze von Neu - Holland hätte, verglichen mit der kürzesten Dauer, immer nur eine Basis von 9' dargeboten.

Aehnlich wird das Verhalten jeder zwei Durchgänge gegen einander seyn, die um 8 Jahre von einander entfernt sind. Bei der Vertheilung des festen Landes auf unserer Erde, und dem Vorzuge,

den in Hinsicht auf allgemeine Cultur die nördliche Halbkugel vor der südlichen hat, werden überdieſs Durchgänge nahe am aufsteigenden Knoten, die im December sich ereignen, sehr gegen die des niedersteigenden zurückstehen, besonders da die längern Verweilungen sich meistentheils nur in der Nähe der Pole der Erde beobachten lassen, und wir bis jetzt dem Nordpole weit näher als dem Südpole kommen können. Schwerlich wird dieser Nachtheil schon in den Jahren 1874 und 1882 durch vervollkommte Instrumente ganz ersetzt seyn, und so dürfte bis zum dritten Jahrtausend unserer Zeitrechnung hin, der Durchgang von 1769 die Hauptstütze bleiben, auf der das Maſs unseres Sonnenſystems beruht.

Weniger beträchtlich ist die Verschiedenheit bei den Polen des Ein- und Austritts; immer kann man ganz nahe bei ihnen beobachten; und wenn auch hier ebenfalls eine kleinere, von der Venus beschriebene Sehne die Sicherheit der Bestimmung vergröſsert, so betrug 1769 wenigstens dieser Vortheil nur einige Secunden. Hauptsächlich scheint es hier darauf anzukommen, daſs die Pole des Ein- oder Austritts in solche Gegenden fallen, in denen eine Anzahl guter Beobachtungen mit Leichtigkeit zu erhalten ist, was bei dem jetzigen Zustande der Erde nur in Europa statt findet. Jm Jahre 1769 fiel der Pol des frühesten Eintritts mitten in Deutschland. Das westliche Europa war in der vortheilhaftesten Lage für denselben, während das nordöstliche von dem Pole des spätesten Austritts in Arabien ebenfalls nicht allzu entfernt lag. Für den gröſsten Theil Europas war dagegen 1761

der Eintritt gar nicht sichtbar, und der Austritt ungefähr zu derselben Zeit, wie er, vom Mittelpuncte der Erde aus gesehen, hätte eintreffen müssen.

Nimmt man zu diesen innern Vorzügen noch die: dass der erste Venusdurchgang verschiedene optische Erscheinungen bei den Berührungen kennen lehrte, und dadurch eine grössere Gleichförmigkeit in den Beobachtungen des zweiten bewirkte; dass die Mittel zur genauen Längenbestimmung, durch die vervollkommten Mondstafeln, gerade in der Zwischenzeit beider Durchgänge vermehrt und ausgebildet wurden, und eben daher die sicherste Art, den Mittagsunterschied zu erhalten, die Sternbedeckungen, anfingen, die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten, fast die einzigen Beobachtungen, von denen man früherhin Gebrauch machte, zu verdrängen; dass eine um die Zeit des Durchgangs eintreffende Sonnenfinsterniss eine genaue Bestimmung, bei ganz unbekannten Orten ungemein erleichterte; dass der Gebrauch der achromatischen Fernröhre 1769 schon weit verbreiteter war, ein um so grösserer Vortheil, da das Fernrohr das einzige Instrument ist, was bei dieser Beobachtung angewandt wird; dass überdiess ein lange ersehnter Friede die Hauptmächte Europa's williger machte, der Wissenschaft bedeutende Opfer zu bringen — lauter wichtige Vorzüge, deren der Durchgang 1761 entbehren musste — so kann man die Bearbeitung desselben nur als eine Vorübung zu der wichtigeren Behandlung des zweiten Durchgangs betrachten. Erst durch diesen letzteren kann man hoffen, die Sonnenparallaxe in enge Grenzen eingeschlossen zu erhalten.

5.

In das Geschäft, Beobachter nach entferntere wichtige Orte auszusenden, theilten sich die verschiedenen Akademien Europa's.

Von englischer Seite ging der berühmte Maskelyne nach der Insel St. Helena, um einen dem spätesten so nahe als möglich kommenden Austritt zu beobachten. Mason und Dixon, dieselben, die späterhin in Nordamerika eine Gradmessung ausführten, waren nach Bencoolen auf Sumatra zur Wahrnehmung einer vollständigen Dauer bestimmt. Der glückliche Umstand, dafs ihre Abreise sich verzögerte, veranlafste sie indessen, in der Furcht, ihren Bestimmungsort nicht zu rechter Zeit mehr erreichen zu können, auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung zu bleiben, was mit der Insel Helena fast gleiche Vortheile in Bezug auf den Pol des spätesten Austrittes hat. Sie erhielten den vollständigen Austritt, während das ungünstige Clima den Hauptzweck der Maskelyne' schen Reise vereitelte. Die Station des Caps ward eben dadurch bei weitem wichtiger, als Bencoolen je hätte werden können.

Die französische Akademie schikte den ausgezeichneten Astronomen Pingré nach der Insel Rodrigues im indischen Ocean. Er hoffte, dort Eintritt und Austritt beobachten zu können. Theils ihre Differenz, die Zeit der Dauer, theils die absolute Zeit beider, nach vorhergegangener Längenbestimmung, sollte zur Entscheidung der wichtigen Frage beitragen. Das ungünstige Clima, und die Unwirthbarkeit einer kleinen öden Insel, die zuletzt

noch von den Feinden genommen wurde, machte seinen dortigen Aufenthalt sehr beschwerlich. Wolken würden die Beobachtung des Eintritts gehindert haben, wenn sie auch möglich gewesen wäre. Bei aller Anstrengung gelang es Pingré nicht, die Länge seines Standpunctes über jeden Zweifel zu erheben, und selbst das Zeitmoment des Austritts entbehrte der Bestätigung, die der beträchtliche scheinbare Durchmesser der Venus gewährt. Nur eine, die innere Berührung ward beobachtet. Die Abweichung der von Pingré und andern Berechnern hieraus gezogenen Resultate von den auf dem Cap erhaltenen, machte, dafs die wahre Gröfse der Sonnenparallaxe fast eben so ungewifs nach dem Durchgange blieb, als sie vorher war, und trug hauptsächlich zu der spätern gänzlichen Vernachlässigung dieses ersten Durchganges bei.

Der Krieg beraubte Le Gentil der Mittel, die Beobachtung in Pondichery anzustellen. Die Engländer nahmen das Schiff, auf dem sich seine Instrumente befanden.

Ein anderer französischer Astronom, Chappe d'Auteroche, ging auf Anhalten der Petersburger Akademie nach Tobolsk, ganz nahe dem Pole der kürzesten Dauer. Seine Beobachtung, eine der vollständigsten und genauesten, wird erst dann recht nutzbar seyn, wenn die Länge von Tobolsk sicherer bestimmt ist.

Noch weiter nach Osten, nach Selingisk, begab sich Rumovsky, ein gebohrner Russe. Wolken und Nebel raubten ihm den Eintritt, und hatten auch auf den Austritt einen nachtheiligen Einflufs.

Ein gewisser Popov sollte in Irkutsk beobachten. Aufser dieser kurzen Notiz ist nichts von ihm bekannt geworden.

Die Missionare in Pekin und einigen ostindischen Städten, Liebhaber der Astronomie in Madras und Calcutta, beobachteten die verschiedenen Momente, so gut es ihre Instrumente erlaubten.

Nur dem nördlichsten Theile von Europa war die Sonne zur Zeit des Eintritts schon aufgegangen. Die Akademie von Stockholm sorgte dafür, dafs aufser auf den beständig thätigen Sternwarten von Stockholm und Upsala, auch in Tornea von Hellant, der seine astronomischen Kenntnisse der französischen Gradmessung verdankte, in Cajaneborg von Planmann, der besonders zu diesem Zweck von Abo dorthin reiste, in Hernösand, Lund, Carlscrona, Calmar und andern Orten das seltene Phänomen nicht unbemerkt vorüber ging.

Horrebow blieb in Copenhagen, sein damaliger Gehülfe Bugge ging nach Drontheim.

Eine grofse Anzahl von Gelegenheitsschriften hatte das gebildete Europa mit dem Zweck und der Wichtigkeit des 6. Junius bekannt gemacht. Eine Menge Liebhaber suchten in allen Ländern den Austritt so gut als möglich zu beobachten. Die Sternwarten unterstützten diese Bemühungen nach Kräften, und wo mehrere Astronomen angestellt waren, vertheilten sich diese in die nächsten Umgebungen, um nicht durch einzelne vorüber ziehende Wolken ihre Wünsche vereitelt zu sehen. Freilich war der Erdstrich zu klein, als dafs aus

diesen Wahrnehmungen allein sich etwas befriedigendes schliefsen liefse.

6.

Die folgende Tafel enthält eine Uebersicht der Orte, von welchen die Beobachtungen mir bekannt geworden sind, nebst der Angabe der Schriften, aus denen ich sie entlehnt. So viel als möglich suchte ich die Originalabhandlungen zu bekommen. Alle Beobachtungen, die auf einer besondern Zeitbestimmung beruhen, habe ich als verschieden angesehen; die bei jedem Orte angesetzte Zahl gibt an, wie viel sich dort Beobachter vereinigt befunden.

Beobachtungen der Berührungen.

a) *Aufserhalb Europa.*

1 Vorgeb. d. g. Hoffnung.	2	Ph. Tr. 1761 p. 378.[1])
2 Rodrigues	1	M. de l'A. 761 p. 443.
3 Isle de France	1	Ph. Tr. 764 p. 159.
4 Tranquebar	1	N. C. P. XI. p. 569.
5 Madras	1	Ph. Tr. 761 p. 396. N. C. P. XI. p. 569.
6 Grand Mount (nahe bei Madras)	1	M. de l'A. 765 p. 8.
7 Calcutta	1	Ph. Tr. 761 p. 582.
8 Pekin	1	N. C. P. XI. 569.
9 Selingisk	1	Ibid. XI. 443.

[1]) Ph. Tr. bedeutet Philosophical Transactions, M. de l'Ac. Mémoires de l'Academie des Sciences, N. C. P. Novi Commentarii Petropol., S. A. Schwed. Abhandlungen übersetzt von Kästner, E. V. Ephem. Vindobonenses, M. de M. et Ph. Mémoires de Mathématiq. et Physiq.

10 Tobolsk	1	M. de l'Ac. 1761 p. 337.
11 St. John (Newfoundl.)	1	Ph. Tr. 764 p. 281.

b) *Nördliches Europa.*

12 Petersburg	3	S. A. 763 p. 138. E. V. 762 p. 92.
13 Stockholm	2	S. A. 761 p. 151.
14 Upsala	4	ibid. p. 143.
15 Abo	1	ibid. p. 158.
16 Tornea	2	ibid. p. 181.
17 Cajaneborg	1	ibid. p. 156.
18 Hernösand	2	ibid. p. 159.
19 Calmar	1	ibid. p. 159.
20 Carlscrona	2	ibid. p. 161.
21 Landscrona	3	ibid. p. 163.
22 Lund	2	ibid. p. 163.
23 Drontheim	1	M. de l'Ac. 761 p. 114.
24 Copenhagen	1	ibid. p. 113.

c) *England.*

25 London (Savilehouse)	2	Ph. Tr. 761 p. 181.
26 London (Spitalsquare)	1	ibid. p. 182.
27 Greenwich	3	ibid. p. 176.
28 Hakney	1	Eph. V. 762 p. 44.
29 Clerkenwellclose	1	ibid. p. 44.
30 Shirburn (Castle)	2	Ph. Tr. 761 p. 176.
31 Leskeard	1	ibid. p. 202.
32 Chelsea	1	ibid. p. 191.

d) *Frankreich.*

33 Paris Observ. royal	3	Eph. Vindob. 762 p. 41. M. de l'Ac. 761 p. 76.
34 — Hotel de Clugny	3	M. de M. & Ph. VI. p. 435
35 — Luxembourg	1	M. de l'Ac. 761 p. 81.
36 — Collège Louis le gr.	2	ibid. p. 81.

37	Paris Ecole militaire	1	M. de l'Ac. 762 p. 570.
38	— St. Géneviève	1	— 761 p. 472.
39	La Muette	3	— p. 96.
40	Conflans sous Carrière	3	— p. 80.
41	St. Hubert (Chateau)	2	— p. 72.
42	Vincennes	1	Journ. d. Sav. 761 Decb.
43	Lyon	1	M. de l'Ac. 761 p. 473.
44	Rouen	2	M. de M. et Ph. VI. 43.
45	Bayeux	1	ibid. 133.
46	Beziers	2	ibid. 124.
47	Montpellier	3	v. Zach Journ. astr. T. I. p. 246.

e) *Spanien, Portugal, Italien.*

48	Madrid	3	Ph. Tr. 761 p. 251. E. V. 762 p. 48.
49	Lissabon	1	M. de l'Ac. 761 p. 471.
50	Porto	1	M. de M. et Ph. T. VI. p. 352.
51	Rom	1	Invest. par. ⊙ p. 9.
52	Bologna	6	Ph. Tr. 761 p. 399.
53	Florenz	1	E. V. 762 p. 59.

f) *Deutschland nebst dem übrigen Europa.*

54	Wien	10	E. V. 762 p. 17.
55	Wetzlas	1	ibid. p. 66.
56	München	1	— p. 75.
57	Ingolstadt	3	— p. 68.
58	Dillingen	1	— p. 81.
59	Würzburg	1	— p. 78.
60	Laibach	1	— p. 83.

61	Göttingen [1])	1	Manuscript
62	Leipzig	1	N. C. P. X. p. 470.
63	Frankfurt a. d. O.	1	Kordenbusch [2]) p. 52.
64	Regensburg	1	— p. 50.
65	Klosterbergen	1	— p. 55.
66	Nürnberg	1	— p. 60.
67	Bayreuth	1	— p. 56.
68	Pommern (?)	1	— p. 67.
69	Schwetzingen	1	Ph. Tr. 764 p. 163.
70	Leyden	1	— 761 p. 255.
71	Tyrnau	1	E. V. 762 p. 88.
72	Constantinopel	1	Ph. Tr. 761 p. 226.

Ungünstiges Wetter vereitelte die Beobachtung der Berührungen, und erlaubte nur zum Theil mikrometrische Messungen an folgenden Orten:

1	St. Helena	Ph. Tr. 761 p. 196.
2	Sens	M. de l'Ac. 761 p. 65.
3	Padua	Eph. V. 761 p 57.
4	Dresden	ibid. p. 82.
5	Prag	ibid. p. 82.
6	Halberstadt	Kordenbusch p. 48.

Der Güte des Herrn von Zach verdanke ich ein Verzeichnifs aller Orte, an denen eine Beobach-

[1]) Diese Beobachtung des grofsen Tob. Mayer ist nirgends vollständig mitgetheilt. Herr v. Zach hatte die Güte, mir eine Abschrift aus Mayers Tagebuch zu überschicken. Am Ende dieser Abhandlung habe ich mir erlaubt, sie mit allen Angaben abdrucken zu lassen.

[2]) Kordenbusch Bestimmung der denkwürdigen Durchgänge der Venus durch die Sonne vom Jahre 1761 und 1769. Nürnberg 1769.

tung angestellt wurde, indessen ohne Angabe der Schriften, in welchen die Resultate enthalten seyn möchten. Von den folgenden habe ich keine Nachricht auffinden können:

England.

1 Bromptonpark
2 Torleyhill
3 Oxford
4 Liverpool
5 Stalbridge Steph. Bolton
6 Wakefield (Yorkshire)
7 Wadenho (Northamptonshire)
8 Bath (Sommersetshire)
9 Powderham Wm Chapple
10 Whitewell
11 Hitchin
12 Hill Morton (Warwikshire)
13 Milverton (Sommersetshire)
14 Bidleford (Devonshire)
15 Leeds
16 St. Nedts (Hundingtonshire).

Frankreich.

17 Orleans Jousse
18 Chalons de l'Estrée
19 Vire Gautier
20 Bordeaux Desmarets
21 Nimes Seguier
22 Avignon
23 Pontarlier de Relingue Tavernier.

Deutschland u. s. w.

24 Augsburg
25 Inspruck Zallinger

26 Königssaal
27 Greifswalde Röhl
28 Breslau
29 Magdeburg
30 Brieg
31 Danzig
32 Genf
33 Warschau Luskina
34 Cracau
35 Rawa
36 Neapel
37 Franecker
38 Haag
39 Batavia.

Der gröſste Theil derselben sind englische und französische Provinzialstädte, in welchen wenigstens kein Astronom von Ruf beobachtet hat; von den deutschen dürfte keiner dieser Orte einer genauen Beobachtung sich rühmen können. Die Länge ist bei dem gröſsern Theil nicht sicher bestimmt, schwerlich werden sie daher Einfluſs auf das Endresultat haben. Indessen werde ich jede Mittheilung über irgend eine mir unbekannt gebliebene Wahrnehmung mit Dank aufnehmen, und nach Möglichkeit benutzen.

Den zweifelhaften Venustrabanten wollte ein Herr Scheuten Adamssohn[1]) in Crefeld drei Stunden nach dem Austritte der Venus genau im Mittelpuncte der Sonne gesehen haben, drei Stunden darauf sollte er dem Austritt nahe gewesen seyn. Nach einer Notiz des Herrn v. Zach soll im Lon-

[1]) Berliner Jahrbuch 1778 pag. 186.

don Chronicle 1761 Jun. 16 und 18 No. 699 die Beobachtung eines Anonymen stehen, der den Austritt des Trabanten 38 Minuten nach dem Austritte der Venus gesehen haben will. Der Widerspruch beider Visionen unter sich, und die vergeblichen Nachforschungen aller andern Astronomen, nicht blofs während des Durchganges, sondern nach Hell's ausdrücklicher Versicherung, den ganzen folgenden Tag hindurch, scheinen hinreichend, um hier einen optischen Betrug anzunehmen.

7.

Vergleicht man die Lage dieser Beobachtungsorte mit den vorzüglichsten der Theorie nach oben angegebenen, so zeigt sich, dafs nicht alle Vortheile dieses Durchganges so benutzt sind, wie es hätte geschehen können.

Sichere Verweilungen sind nur im nördlichen Europa und in Tobolsk beobachtet. Eine Stunde Unterschied in der Horizontalparallaxe der Sonne würde die ersteren um 53½ Zeitsecunden, die letztere um 63,"8 verkürzt oder verlängert haben. Folglich bedingt ein beobachteter Unterschied von 10" eine volle Secunde der Parallaxe, fast den achten Theil des Ganzen. Selbst wenn Halley's Vermuthung sich bestätigt hätte, dafs man die einzelnen Berührungen mit einer Sicherheit von 1 oder 2" wahrnehmen könne, immer würde es gewagt bleiben, aus so kleinen Unterschieden die wahre Gröfse des gesuchten Elementes bestimmen zu wollen. Die Beobachtungen in Ostindien, mit Tobolsk verglichen, sind freilich etwas vortheilhafter; die Verkürzung oder Verlängerung bei ihnen

beträgt $45''\frac{1}{2}$; aber der kleine Vortheil verschwindet gegen die grofse Unsicherheit, der alle aus jenen Gegenden uns zugekommenen Zeitangaben unterliegen.

Eintritte sind überhaupt nur an den Orten der gänzlichen Dauer beobachtet. Der gröfste Unterschied zwischen Pekin und Stockholm beträgt für jede Secunde der Parallaxe 15 Zeitsecunden. Die schwankende absolute Zeitbestimmung in Pekin, theils der zweifelhaften Länge, theils der angegebenen äufsern Umstände wegen macht, dafs aus den Eintritten allein jede Herleitung unmöglich ist.

So bleiben die Austritte nur noch übrig. Der Coëfficient der Parallaxe beträgt bei den nördlichen europäischen Städten etwa — 16", in Frankreich, Deutschland und England — 6", in Italien — 2", in Lissabon + 2". Kleine Verrückungen in der Länge würden aus ihnen allein fast jede beliebige Parallaxe erhalten lassen, besonders da die Verschiedenheiten zwischen den Angaben der Astronomen desselben Standpunctes bei weitem die Halley'sche Grenze übersteigen. Lissabon steht aufserdem ganz isolirt, und der dortige Beobachter scheint selbst kein allzugrofses Gewicht auf sein Moment der Berührung zu legen. Nur die Reduction aller europäischen Beobachtungen auf ein oder zwei ausgewählte Standpuncte, und die Vergleichung derselben mit den aufsereuropäischen kann hier entscheiden.

Für die letzteren sind die Coëfficienten der Parallaxe

Vorgebirge der g. H.	+ 42"
Rodrigues	+ 22

Tobolsk	. . . . .	— 26"
Selengisk	. . .	— 35½
Pekin	. . . . . .	— 36

In jedem Betracht ist hier das Cap für die europäischen Beobachtungen am vortheilhaftesten. Seine Basis ist die gröſste, mit Stockholm verglichen 58", und seine Länge schon durch la Caille sehr sicher bestimmt. Die Länge der andern Puncte muſste erst bei dieser Gelegenheit gesucht werden. Nimmt man als Gränze der Unsicherheit in der geographischen Länge eine Zeitminute an, so ändert sich dadurch bei Rodrigues die Sonnenparallaxe um 1½ Sec., bei Pekin und Selengisk um 2", bei Tobolsk um 3".

In Ermangelung der Berührungen könnte man auch noch zu mikrometrischen Messungen des Abstandes der Venus von der Sonne seine Zuflucht nehmen, obgleich dabei der wesentliche Vortheil der Venusdurchgänge ganz aufgeopfert wird, daſs nämlich kleine Winkel, durch die langsame scheinbare Bewegung des Planeten gemessen, immer genauer gefunden werden müssen, als jedes astronomische Instrument sie zu geben vermag. Schwerlich werden Mikrometermessungen bei Venusdurchgängen einen bedeutenden Vorzug vor ähnlichen, früher von Richet in Cayenne und la Caille am Cap zur Zeit der Opposition des Mars oder der Conjunction der Venus angestellten, haben können. Setzte man für eine solche den wahrscheinlichen Fehler zu 3", eine Schätzung, die für die damalige Zeit gewiſs nicht zu nachtheilig ist, (besonders wenn auf die mancherlei Quellen constanter Fehler Rüksicht genom-

men wird, die auch bei der gröfsten Anzahl von Beobachtungen nie verschwinden) so würde man erst durch 80 derselben hoffen dürfen, die Sicherheit von $\frac{1}{3}''$ zu erlangen. Nach dem Endresultate dieses ersten Venusdurchganges, hat dagegen eine Berührung nur einen wahrscheinlichen Fehler von 7 Zeitsecunden, oder da die Venus in 20 Zeitsecunden eine Secunde ihres Halbmessers am Sonnenrande hinbewegt, von etwas mehr als $\frac{1}{3}$ Bogensecunde. Ueberdem ist dieser nicht einmal als das Maafs der Unsicherheit in der Beobachtung allein anzusehen, denn die Fehler in der Lage der Orte und der Zeitbestimmung sind schon mit darin begriffen. Bei diesem grofsen Uebergewichte scheint es kaum rathsam, die vorhandenen Mikrometermessungen zu einer wirklichen Bestimmung der Parallaxe anzuwenden. Noch weniger darf man Berührungen und Distanzmessungen als gleich sicher verbinden wollen.

8.

Der erste, der den Versuch machte, aus einigen gesammelten Beobachtungen die Sonnenparallaxe zu bestimmen, war Short, Ph. Tr. 761 p. 611.

Er schlug hierbei einen dreifachen Weg ein. Zuerst nahm er die Längen von 15 europäischen Orten aus den vorhandenen Verzeichnissen, und verglich jeden einzeln mit dem Vorgebirge der guten Hoffnung. Er beschränkte sich auf die innern Berührungen beim Austritt, und nahm aus den Angaben mehrerer Astronomen desselben Ortes ein Mittel nach Gutdünken. Er fand daraus die Sonnenparallaxe am 5. Juny 8,47 bis 8,52.

Hierauf verglich er die beobachtete Dauer im nördlichen Europa mit der kürzesten von allen, der in Tobolsk. Bei der Benutzung einiger ostindischen Verweilungen, corrigirte er die Zeitmomente um runde Minuten. Wenn er dann die Beobachtung jedes Astronomen besonders berüksichtigt, so kommt im Mittel aus 15 Vergleichungen 9,"56, und mit Ausschlufs von vier der abweichendsten Resultate, zwei Stockholmer und zwei in Tornea, 8,"69. Die Sicherheit dieser Bestimmung kann nach dem Obigen nur als sehr beschränkt angesehen werden.

Shorts dritte Methode ist im Wesentlichen folgende. Aus seinen in London erhaltenen mikrometrischen Messungen findet er, unter Voraussetzung einer Sonnenparallaxe = 8,"5, den kleinsten geocentrischen Abstand = 9' 32", und damit die geocentrische Dauer 5^h 58' 1". Er nimmt an, diese sey strenge richtig, vergleicht die beobachteten damit, und sucht die Parallaxe, die bei jeder angenommen werden mufs, um die geocentrische Dauer 5^h 58' 1" zu bekommen. Das Mittel aus 16 Resultaten ist 8,"48, und mit Ausschlufs von 6, 8,"55.

Offenbar ist dieses Verfahren fehlerhaft. Es stützt sich auf die absolute Richtigkeit der geocentrischen Dauer, die doch nicht nur genaue mikrometrische Messungen, sondern auch eine eben so genaue Kenntnifs der Parallaxe voraussetzt, als man durch die Vergleichungen erhalten will. Hätte er die geocentrische Dauer gesucht, die überall die kleinsten Fehler gäbe, so würde er allerdings die den Verweilungen nach wahrscheinlichste Parallaxe gefunden haben. Da er aber aus allen, ohne auf die Gröfse der Fehler zu se-

hen, das Mittel nimmt, so mufs er, selbst wenn nicht die Parallaxenwirkungen alle dasselbe Zeichen haben, verschiedene Parallaxen erhalten, je nachdem er eine andere geocentrische Dauer, oder bei der Berechnung derselben eine andere Parallaxe zum Grunde legt. Höchstens kann diese Methode bei Durchgängen durch das Centrum selbst, oder ganz nahe an demselben, erlaubt werden. Da bei ihnen ein Fehler von 20" in der Venusbreite die Dauer nur um 3" ändert, so darf man annehmen, dafs die Länge des Knotens zu einer nahen Bestimmung der geocentrischen Verweilung hinlänglich bekannt ist.

Die Endbestimmung von Short, mittlere Sonnenparallaxe = 8,"65, gründet sich daher eigentlich blofs auf die Vergleichungen mit dem Cap; und diese hängen von der Sicherheit der Mittagsunterschiede zwischen dem Vorgebirge d. g. H. und den verglichenen Orten ab. Glücklicherweise waren die meisten derselben innerhalb 20 bis 30 Secunden richtig, und die Fehler hoben sich gegenseitig. Dafs die letzteren selbst bei den ersten Sternwarten nicht ganz unbeträchtlich sind, sieht man schon aus Greenwich und Stockholm. Short setzt sie 9′ 10" und 1h 3′ 10" von Paris, um 12" und 18" irrig.

Auf die Pingrésche Beobachtung war keine Rüksicht genommen, weil die Länge von Rodrigues noch ungewifs war. Gleich nach seiner Rükkehr fing Pingré selbst Rechnungen über die Sonnenparallaxe an, deren Resultate er in den Mém. de l'Ac. 761 p. 413 ff. vollständig darlegt.

Zuerst sucht er die Länge festzusetzen. Drei Eintritte des ersten Jupiterstrabanten, und eine Stern-

bedeckung, bei welcher der Tafelfehler durch eine le Monnier'sche Meridianbeobachtung sich ausmitteln liefs, gaben mit anscheinend guter Uebereinstimmung

Rodrigues $4^h\ 3'\ 26''$ östl. v. Paris.

Aehnlich wie Short stellt er darauf die beobachteten Verweilungen zusammen; er erlaubt sich dabei keine Correctionen, sondern begnügt sich, solche, die zu keiner Parallaxe passen, (einige ostindische würden Parallaxen von 14" gegeben haben) auszuschliefsen. Das Mittel aus den 5 übrigbleibenden gibt die Parallaxe = 10,"1.

An die Stelle einer beobachteten Dauer setzt er seine mikrometrische Messung des kleinsten Abstandes. Er sucht nach richtigen Grundsätzen die Parallaxe, die, aus demselben geocentrischen Abstande, die Dauer in dem nördlichen Europa und den gemessenen Abstand auf Rodrigues den beobahcteten gleich gemacht haben würde, und erhält auch hier etwas mehr als 10".

Bei den innern Berührungen beim Austritt nimmt er drei Vergleichungspuncte mit den zahlreichen europäischen an, das Cap, Rodrigues und Lissabon. Der erste giebt ähnliche Resultate wie bei Short, der zweite dasselbe wie Pingré's eben angeführte Rechnungen, der dritte hält das Mittel zwischen beiden, doch nähert er sich mehr dem zweiten. Die Mittagsunterschiede untersucht Pingré sorgfältiger als Short.

Die Differenz zwischen Rodrigues und dem Cap konnte nur gehoben werden, wenn die Länge, oder das angegebene Zeitmoment, entweder bei dem ersten um 1', oder bei dem zweiten um 1½' falsch

war. Rodrigues stand in jeder dieser Hinsichten gegen das Cap zurück. Auf dem letzteren hatten zwei Beobachter die innere und äufsere Berührung gesehen, und da die Zwischenzeit mit dem scheinbaren Durchmesser der Venus stimmte, so hätte ein Fehler im Aufschreiben der Minute 4mal begangen werden müssen. Die Länge war bis auf wenige Secunden sicher. Auf Rodrigues war nur die innere Berührung gesehen worden, ein Versehen im Zählen von einer vollen Minute nicht ganz unerhört, die erste Reduction, die Pingré nach Europa schikte, war durch einen Rechnungsfehler entstellt, und selbst gegen die Länge konnte man die ungünstigen Umstände, von welchen jede der zum Grunde liegenden Beobachtungen begleitet war, anführen. Pingré fühlte das Gewicht dieser Verdachtsgründe sehr gut; er selbst machte zuerst auf die Möglichkeit eines Irthums in der angesetzten Minute aufmerksam, aber aus einer Menge Nebenumstände bewies er deutlich, dafs dieses Versehen nicht statt gefunden; und da er seiner Länge sich versichert glaubte, — selbst sein Gegner äufserte nie einen Zweifel dagegen, — so mufste er natürlich wünschen, mit dem Detail der Masonschen Beobachtung eben so bekannt zu werden, als er die seinige offen dargelegt. Es war möglich, dafs Mason nach einem falschen Meridian seine Uhr gestellt; schienen doch die europäischen Beobachtungen allein genommen für Pingré zu sprechen.

Diese Aeufserung über die Cap-Beobachtung nahm Short fast als eine Beleidigung auf. In einer zweiten Abhandlung Ph. Tr. 763 p. 300, von der er besondere Abdrücke vertheilen liefs, scheint es ihm

mehr um eine Widerlegung Pingré's, als um die wirkliche Erforschung der Wahrheit zu thun zu seyn.

Hauptsächlich bemüht er sich, die europäischen Beobachtungen als seiner Parallaxe vortheilhaft darzustellen. Er legt eine Anzahl Längenbestimmungen zum Grunde, und vergleicht dann Cajaneborg mit 17, Tobolsk mit 18, Bologna mit 18 Orten; Rodrigues und das Cap überall ausgeschlossen. Mit bewunderungswürdiger Uebereinstimmung der Resultate unter sich, selten übersteigt die Parallaxe 9", findet er im Mittel aus allen 8,"61, und einige abweichende ausgeschlossen 8,"55 bis 8,"58. Darauf verbindet er 7 europäische und ostindische Beobachtungen mit andern 9 nicht allzunahen, und erhält wieder 8,"63 aus allen, aus den bessern 8,"49.

Die ausführliche Darstellung der Vergleichungen mit dem Cap und mit Rodrigues, das letztere Zeitmoment um 1' corrigirt, giebt ein ähnliches Resultat, was auch Pingré zugestanden hatte. Zwei neue Methoden, nach welchen Short die Verweilungen und kleinsten Abstände benutzt haben will, sind nicht ganz deutlich dargestellt; auch müssen Rechnungsfehler eingewirkt haben, denn dieselben Orte geben verschiedene Parallaxen. Im Mittel aus allen findet er 8,"36.

Pingré hatte schon, ehe diese neue Abhandlung ihm zu Händen kam, die Originalbeobachtungen von Mason und Dixon erhalten, und ihre vollkomne Richtigkeit anerkannt; ein falscher Meridian konnte bei der Zeitbestimmung aus correspondirenden Höhen gar nicht angenommen werden.

So blieb nichts übrig, als einem von beiden Theilen ein Versehen in dem Aufschreiben der Minuten aufzubürden. Die Gründe, mit denen Short die Beobachtung von Rodrigues bekämpfen will, konnten indessen bei näherer Untersuchung auch den ganz Unpartheiischen nicht überzeugen, vielweniger noch den Astronomen selbst. In einer weitläuftigen Critik, Mém. de l'Acad. 765 p. 1 sqq. zeigt Pingré, dafs die von Short angewandten Mittel, um eine gezwungene Uebereinstimmung mit dem Cap zu erhalten, nicht zu billigen sind. Grundlos ist die an Pingré's Beobachtung angebrachte Correction. Aber nicht blofs bei dieser, auch bei einer in Tranquebar angestellten, corrigirt Short die Dauer um 2', bei Grandmount, Hernösand, Abo und andern um 1'; er meint in einer Anmerkung, Versehen dieser Art seyen häufig vorgefallen, glücklicherweise aber auch leicht zu entdecken. Willkührlich setzt Short die Längen einiger Orte fest. Er nimmt die Bestimmungen von Pingré bei Tobolsk, Cajaneborg u. s. w., die sich auf eine bestimmte Länge von Stockholm stützen, an, und ändert doch die Stockholmer um 18". Willkührlich wählt er aus den verschiedenen Angaben der Astronomen an einem und demselben Orte die, welche am besten zu seinem System passen, und wo dieses nicht hinreicht, da nimmt er für denselben Ort bei verschiedenen Vergleichungen verschiedene Zeitpuncte. Vergleicht er Bologna mit Stockholm, so ist der Austritt um $9^h\ 4'\ 54''$ geschehen, vergleicht er es mit Hernösand, um $9^h\ 4'\ 56''$, vergleicht er es mit Tornea um $9^h\ 5'\ 0''$; Unterschiede, die dem Ansehen nach klein, doch hier die Pa-

rallaxe um eine halbe Secunde und mehr ändern würden. Eigentlichen Werth behalten in Shorts Abhandlung, eben so wie in der früheren, nur die unmittelbaren Vergleichungen mit dem Cap. So lange indessen Pingré ihnen ähnliche mit Rodrigues entgegenstellen, und noch überdies seine Parallaxe durch die Verbindung anderer Beobachtungen unterstützen konnte; so lange mufste man es ihm erlauben, seiner Bestimmung den Vorzug vor der entgegengesetzten zu geben. Er wiederholt und verändert seine Berechnungen auf das mannigfaltigste, ohne dafs man ihm solche Willkührlichkeiten nachweisen könnte, wie er es bei Short gethan.

Je mehr dieser Streit eine Art von Nationalsache geworden war, desto angenehmer mufste es für Pingré seyn, dafs auch ein berühmter Engländer, Hornsby, der Annahme einer gröfsern Parallaxe beitrat. Ohne Short zu nennen, scheint seine Abhandlung Ph. Tr. 1763 p. 467 ff. grofsentheils gegen diesen gerichtet zu seyn. Aus der Vergleichung der weniger entscheidenden Beobachtungen unter sich, der verschiedenen Verweilungen, der beobachteten Zeiten der Dauer mit einer nach den besten Elementen berechneten geocentrischen, und der mikrometrischen Messungen, bringt er eine Parallaxe von 9½ bis 10" heraus, und da diese sich der Pingré'schen mehr nähert als der Shortschen, da die früheren Messungen der Mars- und Venusparallaxe ebenfalls für eine solche sprechen (sie geben alle etwas mehr als 10"), so schliefst er: dafs man entweder die letztere annehmen müsse, oder über den wahren Werth eben so ungewifs nach dem Durchgange bleibe, wie man es vorher war.

Kein Punct wäre geeigneter gewesen, zwischen Rodrigues und dem Cap zu entscheiden, als Selengisk, wenn nur erst die geographische Länge innerhalb enger Grenzen ausgemittelt gewesen wäre. Rumovsky hatte das gröſste Interesse, seine von Short und Pingré vernachlässigte Beobachtung selbst zu untersuchen. Er lieferte darüber eine Abhandlung in den N. Act. Petrop. T. XI p. 443. Aus einer Sonnenfinsterniſs mit den Mayerschen Tafeln verglichen, und mehreren Jupiterstrabanten-Verfinsterungen, findet er die Länge $= 6^h\ 57'\ 8''$. Die Zusammenstellung mit den europäischen Beobachtungen giebt dann Sonnenparallaxe $= 8,''33$. Um die Richtigkeit derselben unabhängig vom Cap noch zu bestätigen, benutzt er den Austritt von Pekin, dessen Länge er auf $7^h\ 35'\ 46''$ setzen zu können glaubt. Selengisk, Pekin und das Cap vereinigen sich dann gegen Rodrigues.

Pingré entkräftet dieses Argument in den Mém. de l'Ac. 1764 p. 339 durch eine Aenderung der Längen. Die Länge von Pekin hat Rumovsky höchst wahrscheinlich zu klein angenommen. Sie ist nach sonstigen Annahmen $7^h\ 36'\ 23''$. Zwei Bestimmungen geben nach Pingré die Länge von Selengisk $6^h\ 58'\ 22''$, drei andere etwa $6^h 57'\ 21''$. Er nimmt daraus das Mittel $6^h\ 57'\ 50''$. Durch die Vergröſserung von $36''$ sprechen beide Orte eben so für Rodrigues, wie früher für das Cap.

Zuerst in die Schw. Abh. 1763 p. 128, und 1764 p. 144, nachher auch in die Ph. Tr. 1768 p. 107 lieſs Planmann seine Berechnung einrücken. In jeder Rüksicht scheint sie zu den besten Arbeiten über

diesen Durchgang zu gehören. Die zum Grunde liegenden Mittagsunterschiede sind meistentheils innerhalb weniger Secunden richtig. Er benutzt nicht nur die innern Berührungen beim Austritt, sondern auch die äufsern; auch wählt er nicht unter den verschiedenen Astronomen desselben Ortes, sondern berüksichtigt jede Zeitangabe besonders. Pingré's Beobachtung übergeht er. Die Vergleichung mit dem Cap geben ihm 8,"2. Am Schlusse vergleicht er alle Beobachtungen mit diesem Werthe. Die Fehler wechseln ziemlich gut in + und —; keiner geht über 19".

Weniger genügend sind die Rechnungen von Audifredi in seinen zwei Abhandlungen: Investigatio Parallaxis Solaris, Rom, 765 (unter dem versetzten Namen eines Dadeii Ruffi) und de Solis Parallaxi, Rom 1766. Den gröfsern Raum nimmt die Untersuchung über die Länge Roms ein. Er vergleicht dann seine in Rom gemachte Beobachtung mit andern europäischen, findet die Parallaxe zu 9"¼, und glaubt, damit das Cap und Rodrigues vereinigen zu können, indem er vermuthet, die Länge des einen sey um eben so viel zu grofs, als die des andern zu klein angenommen.

Dieses mögen so ziemlich alle Schriften seyn, die den Durchgang von 1761 ausführlicher behandeln. Kaum dafs hin und wieder sich späterhin Bemerkungen darüber finden. Bis zum Jahre 1769 blieben die Meinungen über die Gröfse der Parallaxe getheilt. Short und Pingré hatten jeder seine Anhänger. Lalande und einige andere nahmen ein Mittel zwischen beiden an. Der glänzende Erfolg des zweiten Durchganges, bei welchem noch heftiger

über Zehntheile der Secunde gestritten wurde, als 1761 über ganze Secunden, machte, daſs meistentheils nur geschichtlich des ersten Durchganges gedacht wurde. Hell berief sich zwar noch auf die Shortschen Abhandlungen, aber keiner seiner Gegner hielt es der Mühe werth, dieses Argument anders als mit der kurzen Abfertigung, daſs Zehntheile von Secunden nicht dadurch erhalten werden könnten, zu beantworten.

So mühsam und verdienstlich für ihre Zeit die Rechnungen der verschiedenen Astronomen waren, die Fortschritte der neueren Astronomie verlangen eine andere Behandlung. Ein Fehler der Methode, der alle früheren Bearbeitungen trifft, ist der zu groſse Werth, der auf einzelne Beobachtungen gelegt wird. Alle europäischen mit der vom Cap zu vergleichen und das Mittel herauszunehmen, heiſst nichts anders, als der letzteren eine Genauigkeit beilegen, eben so groſs als die aller europäischen zusammengenommen. Von geringerem Einflusse, aber immer fehlerhaft, ist die Vernachlässigung, die ebenfalls alle früheren Rechner sich erlauben, daſs sie nämlich die Elemente der scheinbaren Venusbahn gleich anfangs festsetzen, und nicht die Aenderung im Werthe der Parallaxe berüksichtigen, die durch kleine Verschiedenheiten der Elemente bewirkt werden könnte. Am allerwichtigsten ist die Berichtigung der Mittagsunterschiede; lassen sich diese nicht genauer finden, als sie zu jener Zeit erhalten werden konnten, so würde eine neue Bearbeitung vollkommen überflüssig seyn.

Zuerst werde ich daher die geographische Lage der Orte auszumitteln suchen, dann die Elemente

der Venus und Sonne vorläufig nahe berichtigen, eine etwanige Correction derselben wird in die Bedingungsgleichungen aufgenommen werden. Die Zusammenstellung der Beobachtungen, mit Berücksichtigung der sie begleitenden Umstände, wird die Schätzung ihres Werthes gegen einander erleichtern, und die Methode der kleinsten Quadrate aus allen Bedingungsgleichungen den wahren Werth der Parallaxe finden lassen.

9.

Gegeben ist die Lage eines Punctes in Bezug auf den Mittelpunct der Erde, durch den ihm zukommenden Erdhalbmesser, die geographische Breite und Länge. Die Kenntniſs der ersten beiden Coordinaten ist nur zur Berechnung der parallactischen Wirkung nöthig. Sie dienen, wenn man eine Vergleichung mit geodätischen Messungen sich erlauben will, zur Ausmittelung der Basis. Da aber bei der ungünstigen Gestalt des sehr spitzen Dreiecks zwischen der Venus und zwei Puncten der Erdoberfläche, die Ungewiſsheit über die wahre Gröſse der Grundlinie verschwindet gegen die Schwierigkeit, den spitzen Winkel zu messen, von dem die Entfernung hauptsächlich abhängt, so braucht ein Fehler selbst von mehreren Minuten in der Breite kaum geachtet zu werden. Die meisten Orte sind so nahe bestimmt, daſs kaum ein Irrthum von einer halben Minute anzunehmen ist. Bei den ausser-europäischen Stationen begnügte ich mich, einige Beobachtungen der Breite nach den neuesten Sterncatalogen zu berechnen. Nirgends fand ich hinreichenden Grund, von der Annahme der früheren Berechner abzugehen.

Für den Halbmesser der Erde nahm ich, nach Walbecks neuesten Untersuchungen, die Abplattung zu $\frac{1}{302{,}78}$ an. Jede andere würde keinen irgend merklichen Unterschied bewirkt haben.

Bei weitem sorgfältiger mufs die geographische Länge bestimmt werden, da sie auf zweifache Weise eingreift. Glücklicherweise haben Triesnecker's und Wurm's mühsame verdienstvolle Arbeiten für die meisten europäischen Orte jede weitere Untersuchung überflüssig gemácht. Nur für einige der wichtigeren Puncte war eine Bearbeitung der vorhandenen Materialien nöthig.

10.

1. Vorgebirge der guten Hoffnung.

Die Lage des Caps ist zu drei verschiedenen Zeitpuncten astronomisch bestimmt worden. Im Jahre 1751 durch la Caille, der sich der Monds-Parallaxe wegen dorthin begeben hatte, 1761 durch Mason und Dixon, 1775 durch Wales und Bayly; sie begleiteten als Astronomen den Capitain Cook auf seiner letzten Reise. Die letzteren beobachteten an einem Orte, der nach geodätischen Messungen 24,"5 südlicher, und 13,"5 westlicher als la Caille's Observatorium lag. Mason und Dixon fanden die Breite ihrer Interims - Sternwarte — 33° 55′ 42″, und dabei soll sie eine Zeitsecunde westlich von la Caille seiner gestanden haben. Der Breite von la Caille — 33° 55′ 15″ zufolge müfsten Mason und Dixon 27″ südlicher beobachtet haben. Höchst wahrscheinlich benutzten daher

Wales und Bayly dasselbe Gebäude, wie die früheren englischen Astronomen.

Aus 18 Jupiterstrabanten-Verfinsterungen, sowohl Ein- als Austritten, findet la Caille seine Länge Mém. de l'Ac. 1761 p. 11

$1^h\ 4'\ 18,''5$ östl. v. Paris.

Aufser diesen beobachtete er 5 Sternbedeckungen

1751 Nov. 5. $14^h\ 22'\ 29''$ W. Z. Imm. $\varkappa$ Tauri am hellen Mondsrande; 14 füfs. Fernrohr, auf 4 bis 5" zweifelhaft bei wallendem Mondsrande.

1752 März 20. $7^h\ 1'\ 23''$ W. Z. Imm. ω Tauri dunkler Mondsrand.

Nov. 22. $12^h\ 49'\ 26''$ W. Z. Imm. } ζ Tauri. Der
$14\ \ 10\ \ 11$ - 19 - Emers. } Austritt am dunkeln Rande während einer Bewegung des Fernrohrs.

1753 Jan. 16. $11^h\ 45'\ 3''$ W. Z. Imm. ζ Tauri dunk. Rd.
Jan. 22. $10\ \ 39\ \ 12$ - Emers. υ Leon. dunk. Rd.

Die Eintritte am hellen Rande versprachen keine sichern Resultate. Bei der ersten ist die Beobachtung zweifelhaft; bei der zweiten Nov. 22 der Tafelfehler aus Bradlei nicht auszumitteln. Correspondirende Beobachtungen waren bei keiner vorhanden.

Am 20. März 1752 ist der Stern verwechselt, es soll 56 Tauri seyn. Nimmt man, wie es überall späterhin geschehen ist, die Sternposition nach Bessels Bradlei an, so geben die unverbesserten Burkhardtschen Tafeln den Eintritt um

$6^h\ 4'\ 16,''5$ M. P. Z.

woraus, wenn $d\lambda$ der Längen-, $d\beta$ der Breitenfehler, die Länge des Caps folgt

$$1^h\ 4'\ 32,''3 + 1,83\ d\lambda + 1,545\ d\beta.$$

Bradlei beobachtete mit angewandter Besselscher Correction des Passageninstruments und alten Mauerquadranten:

März 19.	$3^h\ 9'\ 2,''3$ M. G. Z.	$45°\ 4'\ 38,''1$	Æ Centr. ☾
		$+17\ 50\ 10,\ 7$	Decl. -
23.	$7^h\ 2'\ 20,''5$ - - -	$107°\ 30'\ 33,''9$	
		$+18\ 29\ 32,\ 5.$	

woraus die Tafelfehler in Æ und Declination

$$\text{März 19.}\quad d\alpha = -12,''2. \quad d\delta = -22,''9$$
$$23. \quad -9,9. \quad +8,8$$

oder März 19. $d\lambda = 0,914\,d\alpha + 0,281\,d\delta = -17,6$
$d\beta = -0,268\,d\alpha + 0,960\,d\delta = -18,7$
März 23. $d\lambda = 0,944\,d\alpha - 0,120\,d\delta = -10,4$
$d\beta = +0,114\,d\alpha + 0,993\,d\delta = +7,6.$

Am 19. März scheint die am hellen Tage beobachtete Declination fehlerhaft zu seyn. [1]) Wendet

---

[1]) Bradlei's Mondsbeobachtungen sind in Bezug auf die Declination etwas unsicher, weil nirgends bemerkt ist, wann die Zenithdistanz des Mondsrandes genommen wurde. Bei den folgenden Vergleichungen ward vorausgesetzt, daſs es immer zur Zeit der Culmination des Centrums geschehen. Erst Maskelyne giebt an, wie viel Secunden vor oder nach der Culmination des Randes die Declination gemessen worden.

Zum Theil sind die Fehler, besonders in der Breite gröſser, und ihr Gang in einem Zeitraum von wenig Tagen unregelmäſsiger, als es bei der Vollkommenheit der Burkhardtschen Mondstafeln hätte er-

man die Bestimmung des 23. März an, so folgt

Länge des Cap $1^h\ 4'\ 25,''0$

ein sehr unsicheres Resultat.

Für die beiden Bedeckungen Jan. 16 und Jan. 22 geben die Tafeln

Länge d. Cap Jan. 16. $1^h 4' 43,''0 + 1,703\, d\lambda + 1,261\, d\beta$
22. $1\ 4\ 24,\ 8 + 1,677\, d\lambda + 0,014\, d\beta$

Bradlei beobachtete

Jan. 17.	$10^h 36' 25,''9$ M. Z.	Æ	$96^\circ 53'\ 0,''0$
		Decl.	$+ 19\ 13\ 44,\ 4$
23.	$16^h 16' 23,''8$		$187^\circ 27' 39,''7$
			$-\ 6\ \ 8\ 17,\ 2$

woraus die Fehler der Tafeln

Jan. 17. $d\alpha = -14,''9 \quad d\delta = 0,''0$
23. $= +\ 0,\ 9 \quad = -\ 15,\ 1$

oder

Jan. 17. $d\lambda = 0,946\, d\alpha - 0,048\, d\delta = -14,''1$
$d\beta = +0,045\, d\alpha + 0,999\, d\delta = -0,''7$
23. $d\lambda = 0,914\, d\alpha - 0,396\, d\delta = +6,''8$
$d\beta = +0,393\, d\alpha + 0,923\, d\delta = -13,''6$

---

wartet werden sollen. Etwas mag an der verschiededenen Reduction liegen, die ich immer nach Bessel anstellte. Vielleicht daſs auch, trotz aller Sorgfalt, bei meiner Unbekanntschaft mit den schwierigen Mondsrechnungen, sich ein constanter Fehler in die Reduction eingeschlichen hat. Es schien mir hin und wieder, als näherten sich die Tafeln mehr den Hornsbyschen Längen und Breiten im 1ten Bande der Bradlei'schen Beobachtungen. Gewiſs würde es von groſsem Werthe seyn, wenn alle Bradlei'schen Mondsbeobachtungen nach Besselschen Elementen neu reducirt würden.

Bei der starken Aenderung der Fehler, berechnete ich noch eine von Bradlei am 15. Jan. $6^h\ 46'\ 51,''0$ M. Z. beobachtete Immersion ε Tauri, woraus die Länge von Greenwich nach den Tafeln

$$8'\ 57,''5 - 1,633\, d\lambda + 0,560\, d\beta$$

Wendet man hier die Fehler vom 17. Jan. an, so erhält man Länge von Greenwich $= 9'\ 20,''1$, der wahren so nahe, daſs dieselben Fehler mit grosser Sicherheit auch für die Cap-Beobachtung vom 16. Jan. gebraucht werden können. Dann giebt

Eintritt ξ Tauri . . . $1^h\ 4'\ 18,''1$

ein Resultat, was Zutrauen verdient. Wir haben also die Fehler:

Jan. 15,28	$d\lambda = -\ 14,''1$	$d\beta =$	$-\ 0,''7$
17,44	$-\ 14,1$		$-\ 0.\ 7$
23,68	$+\ 6,8$		$-\ 13,\ 6$

Mit Rüksicht auf die zweiten Differenzen folgt für

Jan. 22,4 . . . $d\lambda = 0,''0$

der Breitenfehler hat keinen Einfluſs. Also

Jan. 22. Emers. υ Leon. . . $1^h\ 4'\ 24,''8$

nicht sehr zuverlässig.

Giebt man den beiden unsichern Bestimmungen den halben Werth, so ist die Länge von la Caille's Sternwarte im Mittel aus diesen drei Sternbedeckungen $1^h\ 4'\ 21,''5$, oder für Mason und Dixon's Standpunct

$$1^h\ 4'\ 20,''6.$$

Bei ihrem Aufenthalte 1761 suchten Mason und Dixon ihre Länge hauptsächlich durch Jupiterstrabanten-Verfinsterungen zu erhalten. Von dem ersten Trabanten sahen sie folgende

Immersionen:

Jul.	29.	15h	42'	43"	W. Z.
Aug.	7.	12	5	46	–
	14.	14	0	50	–
	21.	15	56	0	–
	23.	10	25	7	–
	30.	12	21	32	–

Emersion:

Sept.	24.	9h	21'	35"	–

Verglichen mit sicheren europäischen Beobachtungen wird daraus Länge des Cap:

Jul.	29.	1h 4'	17,"6 . . .	5	corr.	Beob.
Aug.	7.		16, 3 . . .	4	–	–
	14.		3, 0 . . .	1	–	–
	21.		3, 5 . . .	4	–	–
	23.		13, 0 . . .	2	–	–
	30.		27, 5 . . .	4	–	–
Immersionen		1h 4'	15,"3	im Mittel mit Rüksicht auf die Zahl der Vergleichungen.		

Emersion:

Sept. 24.	1h 4'	29,"5 . . .	3	corr.	Beob.
	1 4	22, 4			

Aufserdem finden sich noch zwei Sternbedeckungen

Immers. $\varkappa$ Virg. Jun. 12. 14h 6' 38,"6 M. Z.

zur Längenbestimmung unbrauchbar, weil der Breitenunterschied des Mondes und Sterns fast dem Mondshalbmesser gleich war. Der Coëfficient des Breitenfehlers würde etwa 30 gewesen seyn.

Immers.	$\varkappa$ Librae	Sept. 4.	7h 5'	30,"4		M. Z.
Emers.	—		8 26	13, 4	::	–

Der als sehr zweifelhaft bezeichnete Austritt ist fast eine Minute zu spät gesehen worden. Nach dem Eintritt geben die unverbesserten Tafeln

Länge $1^h\ 4'\ 33,''9 + 1,896\, d\lambda\ - 0,527\, d\beta$

Bradlei beobachtete am folgenden Tage

Sept. 5. $5^h\ 17'\ 14,''4$ M. Z. AR $244°\ 34'\ 5,''6$
Decl. — 22 33 46, 6

woraus $d\alpha = -11,''2.\quad d\delta = -3,''8$

$$d\lambda = 0,910\, d\alpha - 0,171\, d\delta = -9,''5$$
$$d\beta = 0,158\, d\alpha + 0,985\, d\delta = -5,''4$$

damit wird

Länge des Cap . . . $1^h\ 4'\ 18,''7$.

Aus den Beobachtungen von Wales und Bayly berechnet Triesnecker Ephem. Vindob. 1806 p. 314

1775 Apr.	8.	Imm. ζ Gemin.	$1^h\ 4'$	$18,''0$
	9.	Mondsculmin.		23, 0
	13.	-		27, 7
	18.	-		15, 4
	19.	-		12, 4

Im Mittel, wenn man einer Mondsculmination den halben Werth einer Sternbedeckung giebt

$1^h\ 4'\ 19,''1$.

Die Zusammenstellung aller Resultate steht so:

18 Jupiterstrab. Verfinst.	la Caille	$1^h\ 4'$	$17,''6$
7 - -	Mason u. Dixon		22, 4
3 Sternbedeckungen	la Caille		20, 6
1 - -	Mason u. Dixon		18, 7
1 Sternbed. u. 4 ☾ Culm.	Wales u. Bayly		19, 1

Für den Venusdurchgang 1761 habe ich angenommen:

Länge des Cap . . . 1ʰ 4′ 20″ östl. v. Paris
Breite . . . . 33 45 40 südl.

Die Länge dürfte wahrscheinlich innerhalb ± 3″ richtig seyn.

11.

2. Insel Rodrigues.

Bei der Zuverlässigkeit der Länge des Cap, der günstigen Entscheidung des zweiten Durchganges für Mason u. Dixon, und der Unwahrscheinlichkeit in Pingré's Beobachtung, einen Schreibfehler von einer Minute anzunehmen, mufs schon im Voraus ein starker Verdacht gegen die von dem letztern festgesetzte Länge von Rodrigues rege werden. Mir sind keine andern Beobachtungen zu ihrer Ausmittelung bekannt geworden, als die Pingré'schen; indessen soll späterhin ein englischer Schiffscapitain bei der Insel angelegt, und ihre Länge durch den Chronometer bestimmt haben. Wäre die Ueberfahrt von gut bestimmten Puncten aus in kurzer Zeit geschehen, so würde sich die Ungewifsheit von 15 Bogenminuten vielleicht dadurch heben lassen.

Pingré sah drei Eintritte des ersten Jupiterstrabanten:

Jun.	22.	14ʰ	48′	55″	W. Z.
Jul.	31.	13	10	29	–
Sept.	1.	9	49	44	–

die letztere wegen Wolken wahrscheinlich etwas zu früh. Sein Fernrohr war 18füſsig.



Directe correspondirende Beobachtungen finden sich nicht. Verglichen mit Delambre's Tafeln geben sie die Länge

4^h	3′	5″
		29
		29
4	3	21 im Mittel.

Aus europäischen Beobachtungen von Juny 13 bis Jul. 6 ist der mittlere Tafelfehler für Juny 22 etwa — 4″, für Jul. 31 ungefähr eben so groſs. Für Sept. 1 wird die Bestimmung unsicher, weil die nächstfolgenden Immersionen schon starke Spuren von der Nähe der Jupitersopposition zeigen. Die Fehler sind hier

Sept. 8 . . .	— 38″	Marseille
	+ 76	Wien
	+ 98	Schwetzingen
	+ 66	Tyrnau.
	+ 61	Paris.

Am 21. Aug.	geben 5	Beob. . . .	+ 9″
23.	- 5	- . . .	+ 12
30.	- 5	- . . .	+ 10

Am 1. September würde Selengisk mit der später anzugebenden Länge ihn ebenfalls = + 10″ gemacht haben. Nimmt man ihn für Rodrigues eben so groſs, so wird die Länge

4^h	3′	1″
		25
		39
4	3	22

Ebendasselbe findet auch Pingré. Die geringe Anzahl, und der Umstand, daſs es nur Eintritte sind,

giebt dieser Länge kein grofses Gewicht, obgleich es immer unwahrscheinlich seyn dürfte, ihr einen Fehler von einer Zeitminute aufzubürden. Die Möglichkeit ergiebt sich indessen, wenn man die Grenzen der gleichzeitigen Fehler zusammenstellt. So erstrekken sich die Unterschiede am

Jul.	22	von	+ 4"	bis	— 31"
	29		— 27		+ 38
Aug.	7		+ 14		— 31
	23		— 30		+ 67
	30		— 10		+ 38

Alles Beobachtungen an gut bestimmten Orten, ohne Angabe der Unzuverlässigkeit.

Ausserdem erhielt Pingré drei Sternbedeckungen:

Jun. 9. 8^h 45' 11,"1 M. Z. Immers. ω Virg.
Jul. 15. 14 6 56, 2 - - σ Sagitt.

Beide machten Wolken zweifelhaft, die es ungewifs liefsen, ob der Eintritt auch wirklich in den dunkeln Mondsrand geschehen sey. Pingré schätzt zwar die Ungewifsheit nur auf 2". Indessen ist nicht wohl abzusehen, worauf sich diese Schätzung gründen mag. Nur einmal, Ph. Tr. 761 p. 371 bemerkt er, dafs nach 5 oder 6" die Wolke sich bei der zweiten Bedeckung wegzog, und der Stern gewifs eingetreten war. Wenigstens wird es erlaubt seyn, die Längen aus diesen beiden Eintritten für zu klein zu halten. Sicher dagegen (Observation très certaine) ist:

Jun. 21. 10^h 11' 49,"8 M. Z. Emers. ε Capric.

Den Eintritt glaubte er um 9^h 40' 20,"8 am hellen Rande gesehen zu haben, zweifelt indessen sehr an

der Brauchbarkeit, wegen der grofsen Helligkeit des Mondes. Gegen die Zeitbestimmungen scheint keine Einwendung gemacht werden zu können.

Die Bedeckung von ω Virg. Jun. 9. giebt nach den Burkhardtschen Tafeln

Länge: $4^h\ 4'\ 26,''0 + 1,833\,d\lambda + 1,534\,d\beta$.

Bradlei beobachtete:

Jun. 9. $6^h\ 16'\ 40,''4$ M. Z. Æ I. Rd. $172°\ 28'\ 24,''5$.

Die Zenithdistanz fehlt an diesem und den nächsten Tagen. Dafür theilt Pingré Mém. de l'Ac. 761 p. 427 eine le Monnier'sche Declination mit, nach welcher

$6^h\ 17'\ 37,''5$ M. P. Z. Decl. Ob. Rd. $+8°\ 12'\ 21,''9$.

Hieraus wird

$$d\alpha = -7,''2. \quad d\delta = +1,''9$$
$$d\lambda = 0,911\,d\alpha - 0,398\,d\delta = -7,''3$$
$$d\beta = +0,392\,d\alpha + 0,918\,d\delta = -1,''1.$$

Länge . . . $4^h\ 4'\ 10,''9$

oder wenn man auf le Monnier's Beobachtung nicht Rüksicht nimmt

$$4^h\ 4'\ 9,''6 + 0,679\,d\delta.$$

Für σ Sagittarii Jul. 15 geben die Tafeln

$$4^h\ 3'\ 43,''9 + 1,941\,\delta\lambda - 1,384\,d\beta.$$

Der Fehler konnte nicht genau bestimmt werden, da wahrscheinlich bei der Bradleischen Declination desselben Tages ein Irrthum statt fand. Mit Benutzung einer le Monnier'schen Beobachtung Mém. de l'Ac. 761 p. 429 wird

Jul. 15,47.	$d\alpha = -10,''8$	$d\delta = -4,''9$	le Monn.
15,47.	$= -5,7$	$= -35,3$	Bradlei
16,50.	$= -1,1$	$= -11,2$	id.

Läſst man den übermäſsigen Declinationsfehler gelten, so kommt

$$d\lambda = -6,''9. \quad d\beta = -35,''3$$

Länge: $4^h\ 4'\ 19,''4$.

Nimmt man aus le Monnier und Bradlei in Æ das Mittel, und bei der Declination bloſs die Angabe des ersteren in runden Zahlen:

$$d\alpha = -7''. \quad d\delta = -5''.$$

so wird $d\lambda = -6,''5 \quad d\beta = -4,''7$

Länge $4^h\ 3'\ 37,''8$.

Bei dem Eintritt von ε Capric. muſs Pingré sich auf eine besondere Art getäuscht haben. Der Eintritt war schon vor 25' geschehen, und kein Piazzischer Stern in der Nähe konnte verwechselt seyn. Freilich war der Mond eben erst aufgegangen. Nach dem Austritt geben die Tafeln

Länge $4^h\ 4'\ 39,''2 + 1,962\, d\lambda - 1,517\, d\beta$.

Aus einer Greenwicher Beobachtung desselben Tages folgt

$$d\alpha = -5,''4. \quad d\delta = +13,''5$$

$$d\lambda = 0,895\, d\alpha + 0,330\, d\delta = -0,''4$$

$$d\beta = -0,310\, d\alpha + 0,945\, d\delta = +14,''4$$

Länge . . . $4^h\ 4'\ 16,''6$.

In allem haben wir folglich die Länge aus den

	unverb. Taf.	Corr. Beob.
3 ♃ Satell. . .	$4^h\ 3'\ 21''$	$4^h\ 3'\ 22''$
ω Virg.	4 26, 0	4 10,9
σ Sagitt. . . .	3 43, 9	4 19,4
		3 37,8
ε Capric.	4 39, 2	4 16,6

So unmöglich es ist, aus diesen disharmonirenden Resultaten bis auf wenige Secunden die



Länge herzuleiten, so würde man doch wahrscheinlich sie über 4^h 4′ ansetzen, wenn auch der Venusdurchgang nicht dafür spräche. Das Mittel aus den drei Sternbedeckungen ohne Correction ist 4^h 4′ 16″. Die beiden, welche die kleinste Länge geben, sind aus mehreren Gründen unsicher, und bei der einzigen zuverlässigen müfste ein seltenes Zusammentreffen sehr grofser Längen- und Breitenfehler angenommen werden, wenn sie den Jupiterssatelliten sich nähern sollte. Bei den nachherigen Rechnungen ist als ein Mittel aus ω Virg. Imm., und ε Capric. Emers., wenn die erstere etwas zu früh beobachtet worden ist, angenommen:

Länge von Rodrigues 4^h 4′ 14″ östl. v. Paris
Breite . . — 19° 40′ 40″.

12.

3. Ostindische Orte und Pekin.

Schon Pingré hatte die Vergleichungen der meisten ostindischen Orte ganz bei Seite gesetzt. Die dortigen Beobachtungen zeigen so deutliche Spuren ihrer Ungenauigkeit, dafs nur eine übermäfsige Partheilichkeit für ein bestimmtes System sie in Schutz nehmen kann. Isle de France, Tranquebar, Grand Mount, Calcutta sind späterhin ganz vernachlässigt, von Madras nur die Zeit der Dauer benutzt. Hierbei war nur eine beiläufige Kenntnifs der Länge nöthig; sie genauer zu bestimmen, fehlten mir die nöthigen Data. Die Conn. d. t. setzt mit dem Zeichen einer astronomischen Herleitung:

Madras Länge 5^h 11′ 45″ östl.
Breite 13° 4′ 8″ nördl.

Das Haus des Gouverneurs, wofür diese Angabe gilt, war auch der Beobachtungsort 1761.

Die Länge von Pekin würde sich schon aus der großsen Anzahl von Satellitenverfinsterungen mit ziemlicher Sicherheit bestimmen lassen, wenn nicht gegen die Zeitbestimmung der Missionare ein gerechter Verdacht gehegt werden könnte. Selbst an dem merkwürdigen 6. Juny findet sich eine Nachlässigkeit des Beobachters, die gegen die Zuverlässigkeit der Beobachtung grofse Zweifel erregen mufs. Er hat es nicht der Mühe werth gehalten, den Gang seiner Uhr selbst zu prüfen, sondern verläfst sich auf die Versicherung eines Andern, dafs sie täglich 16″ vorzueilen pflege, und begnügt sich an einem Gnomon die Zeit des Mittags zu nehmen. Selbst die Berechnung von Sternbedeckungen verspricht unter diesen Umständen kein Resultat, was der angewandten Mühe angemessen wäre, sonst würden sich in den N. C. Petrop. T. XVIII und Ph. Trans. 1774 mehrere finden, die noch von keinem Berechner benutzt sind.

In einer besondern Abhandlung über Pekins Lage, setzt Pingré M. d. l'Ac. 1764 die Länge zu 7^h 36′ 23″ aus vielen Satellitenverfinsterungen; eben das hatte Hell angenommen. Triesnecker berechnete sie dagegen aus einer Sonnenfinsternifs 1773 7^h 36′ 8″, und eben so aus einer Emers. α Leon. 1775, verglichen mit der Emers. in Greenwich. Bei dieser Sternbedeckung kann der Breitenfehler grofsen Einflufs haben, und bei der Sonnenfinsternifs ist es auch der Fall gewesen, denn Wurm findet aus

ebenderselben 7^h 36' 23". Oltmanns in Humboldts Reisen zieht die Triesnecker'sche Bestimmung, Herr von Zach die von Wurm vor. Beide würden mit dem Venusdurchgange nicht harmoniren, der etwa 7^h 35 40" verlangt. Ich habe defswegen blofs die Dauer benutzt, und für ihre Reduction angenommen

Länge 7^h 36' 23"
Breite 39° 55' 15".

13.

4. Selengisk.

Zur Bestimmung der Länge beobachtete Rumovsky so viele Satellitenverfinsterungen, als das ungünstige Clima ihm erlaubte. Ueberhaupt ist es zu bedauern, dafs die meisten Astronomen jener Zeit ihr Hauptaugenmerk auf diese unsichern Verfinsterungen richteten; Sternbedeckungen dagegen nur beiläufig zu erhalten suchten. Freilich war der Schatz der Greenwicher Beobachtungen damals noch unbekannt, und auf correspondirende Bedekkungen konnte bei entlegenen Standpuncten nicht gerechnet werden.

Vom ersten Trabanten sah er die Immersion

Aug. 25. 10^h 46 24" W. Z.
Sept. 1. 12 43 9.

Die letztere hatte auch Pingré in Rodrigues beobachtet. Mit der angenommenen Länge von Rodrigues würde folgen:

Selengisk 6^h 57' 39"

Die unverbesserten Delambre'schen Tafeln geben

Aug. 25. 6^h 56' 23"
Sept. 1. 56 54.

An beiden Tagen beträgt ihre Correction + 10", folglich die Länge aus allen drei Vergleichungen im Mittel

6^h 57' 5".

Zwei Immersionen des II. Trabanten müssen die Länge zu klein geben, weil Rumovsky bei ihnen nur ein 8½füſsiges Fernrohr anwandte.

Jul. 31. 14^h 57' 20" W.Z.
Aug. 25. 12 15 4 –

Benutzt man zur Bestimmung des Fehlers der Tafeln die Verfinsterungen, die Wargentin Ph. Transact. 763 p. 63 zusammengestellt hat, so giebt

die erste etwa 6^h 56' 5"
die zweite 57. 4

6 56 34.

Im Ganzen läſst sich hieraus nichts weiter schliessen, als daſs die Länge nicht viel von 6^h 57' unterschieden seyn wird.

Auſserdem bemerkte Rumovsky zwei Eintritte von Sternen. In den dunkeln Mondsrand trat

φ Sagittarii Jul. 15. 11^h 30' 17,"5 M.Z.

Wolken machten den Eintritt etwas ungewiſs. Nach den unverbesserten Tafeln ist hieraus

Länge 6^h 57' 20,"65 + 2,080 $d\lambda$ + 0,701 $d\beta$.

Der Fehler der Tafeln ist oben bei Rodrigues für diesen Tag schon gegeben worden. Je nachdem man

Bradlei's Beobachtung der Declination gelten läfst, oder nicht, wird die

Länge 6^h 56′ 41,″6
oder 6 57 3, 8.

Diese Bestimmung wird wahrscheinlich zu klein seyn. Mit Sicherheit beobachtete Rumovsky dagegen

Eintritt 1 $\varkappa$ Tauri Sept. 19. 16^h 5′ 29,″6 M. Z.
Austritt . . . . 17 14 50, 6 ::

Der als ganz unbrauchbar angegebene Austritt pafst weder zu 1 $\varkappa$ noch zu 2 $\varkappa$. Der Eintritt geschah in den hellen Mondsrand. Burkhardts Tafeln machen

Länge 6^h 56′ 59,″8 + 1,748 $d\lambda$ — 0,091 $d\beta$.

An demselben Tage ward der Mond und der Stern in Greenwich beobachtet, woraus:

$d\alpha = -0,''1 \qquad d\delta = +20,''9$
$d\lambda = 0,913\, d\alpha + 0,184\, d\delta = +\ 3,''75$
$d\beta = -0,170\, d\alpha + 0,983\, d\delta = +20,''5$
verbesserte Länge 6^h 57′ 4,″5.

Ich habe geglaubt, mich blofs an diese letztere Bedeckung halten zu müssen. Die unverbesserten Tafeln würden im Mittel 6^h 57′ 10″ gegeben haben, die Jupiterstrabanten, wenn man auf die Schwäche des Fernrohrs Rüksicht nimmt, wenigstens 6^h 57′; Pingré rechnet dafür sogar 1′, indessen lag es freilich in seinem Interesse, die Länge möglichst grofs zu machen. Eine Sonnenfinsternifs, deren Ende Rumovsky beobachtete, kann für Selengisk nichts beweisen, da der Breitencoëfficient sehr bedeutend ist. Wollte man ihn bei Seite setzen, so würde sie

etwa 6h 56' 43" geben. Sie wird unten zur Bestimmung von Tobolsk benutzt werden.

Selengisk Länge 6h 57' 4"
Breite + 51° 6' 6".

Von St. Johns in Newfoundland sind keine andern Beobachtungen zur Längenbestimmung bekannt, als der Austritt der Venus. Winthrop setzt nach Moore seinen Standpunct 52° 50' westlich von Greenwich oder etwa

3h 41' westl. v. Paris
Breite 47° 32' nördl.

Für Tobolsk mufs erst Tornea und Cajaneborg bestimmt werden.

14.

5. Tornea.

Die erste astronomische Bestimmung dieser durch zwei Gradmessungen berühmt gewordenen Stadt giebt Celsius Schw. Abh. V 114. Aus 4 Jupiterssatelliten-Finsternissen, und einer Mondfinsternifs, findet er Tornea 26' 15" östl. von Upsala oder

1h 27' 27" von Paris.

Wargentin setzt sie (Ph. Tr. 761 p. 181) 1h 27' 28". Späterhin (Schw. Abh. XXV. p. 246) bemerkt er, dafs mehrere Beobachtungen von Hellant sie um 10 bis 20" gröfser machen, und entscheidet sich für

1h 27' 39".

Triesnecker Eph. V. 1801 362 und Wurm Mon. Corr. XXVI 189 finden aus der Jupitersbe-

deckung 1751 Dec. 29. 1^h 27′ 2,″1 und 4,″3 im Mittel

1^h 27′ 3″.

Dieses Resultat ist nach Triesneckers gegründeter Bemerkung unsicher, weil in den Wintermonaten die Zeitbestimmung durch die Sonne im hohen Norden sehr schwierig ist. Hellant pflegt meistentheils eine Mittagslinie anzuwenden.

An derselben Stelle Eph. Vindob. 1801 erhält Triesnecker aus einer Bedeckung des Aldebaran, 1736 Aug. 1. von den französischen Gradmessern beobachtet, wozu sich eine correspondirende fand, die Länge 1^h 27′ 16″. Er hat das Zeitmoment des Eintritts zu 17^h 45′ 0,″3 M. Z. angenommen. Berechnet man die drei einzelnen Sonnenhöhen, auf welchen die Zeitbestimmung beruht, mit Rüksicht auf den Collimationsfehler, nach den neuesten Tafeln, so kommt 17^h 45′ 7,″0, wodurch die Länge

1^h 27′ 23″.

Zu einigen andern Sternbedeckungen, von Maupertuis und seinen Begleitern aufgezeichnet, finden sich keine correspondirende. Sie fallen überdem alle in die Wintermonate. Das Mittel aus diesen fünf früheren Angaben wäre

1^h 27′ 24″.

Andere in Tornea selbst angestellte Beobachtungen, aus denen sich die Länge herleiten liefse, sind nicht vorhanden, denn die zwei Jupiterstrabanten-Immersionen von Svanberg sind unter zu ungünstigen Umständen gesehen worden, als dafs sie in Betracht kommen könnten. In der Nähe von Tornea aber, in Corten Niemi, gewöhnlich

mit dem Namen Pello belegt, sind zwei Sonnenfinsternisse beobachtet; die ringförmige 1764 von Hellant, und die berühmte 1769, kurz nach dem Venusdurchgange erfolgte, von Mallet aus Upsala. Nach dem französischen Dreiecksnetze liegt Corten Niemi 430 Toisen westl. von Kittis, einem der Hauptpuncte, der nach Outhier 3153,3 Toisen westlich von Tornea liegt. Für den mittleren Parallel zwischen Kittis und Tornea beträgt eine Zeitsecunde 95,77 Tois. Hieraus folgt Corten Niemi 37,"4 westl. von Tornea; Hellant hat 37".

Die Elemente der Sonnenfinsternifs vom 31. März 1764 wurden aus Carlini und Burkhardt genommen. Beobachtet ward zu

Stockholm	Ende	$1^h 43' 42,''2$	M.Z	Ferner
Upsala	Ende	1 41 47, 1	–	Mallet
Abo	Ende	2 4 46, 1	–	Justander
Cort. Niemi	Ring Anfang	0 49 4, 1	–	Hellant
	Ring Ende	51 7, 5		

Der letztere hatte seine Mittagslinie durch den Polarstern, und einen in der Cassiopeja, so gut als möglich berichtigt.

Hieraus folgen nach den unverbesserten Tafeln, wenn dR Correct. des Sonnen-, dr Corr. des Monds-Halbmessers bedeutet, die Längen

Stockholm	$1^h 2' 40,''4$	$+2,14 d\lambda$	$+0,69 d\beta$	$-2,25 d(R+r)$	
Upsala	1 1 1, 2	$+2,14$	$+0,65$	$-2,24$	–
Abo	1 19 40, 6	$+2,13$	$+0,71$	$-2,25$	–
Cort. Niemi	1 26 49, 6	$+2,13$	$+0,74$	$+2,25 d(R-r)$	
	1 26 35, 3	$+2,19$	$+0,16$	$-2,41$	–

Nach den neuesten Erfahrungen wird die Summe der Halbmesser bei Sonnenfinsternissen keiner Cor-

rection bedürfen. Die Differenz würde in demselben Sinne wie bei dem hier gesehenen Ringe verkleinert werden müssen. Nimmt man das Mittel aus den beiden Zeitmomenten für Corten Niemi, und vernachlässigt die Correction der Breite, so wird aus

Stockholm . .	1^h	26′	53,″8	
Upsala			53, 3	
im Mittel	1	26	53, 6	Länge v. Pello
	1	27	31, 0	. . . . Tornea.

Im Jahr 1769 ward das Ende beobachtet am 3. Jun. zu

Stockholm*)	22^h	2′	43.″2	M. Z.
Upsala	22	1	43, 2	–
Pello	22	43	26, 0	–

und daraus die Längen

Stockholm	1^h	2′	39,″3	$+ 1{,}77 d\lambda$	$+ 0{,}87 d\beta$
Upsala . . .	1	0	59. 2	$+ 1{,}77$	$+ 0{,}83$
Pello	1	26	38, 7	$+ 1{,}74$	$+ 0{,}51$

Zur ungefähren Breitencorrection wurden noch benutzt:

Paris, Coll. Louis legrd.	20^h	25′	14,″0	Ende
Wien	21	26	40, 0	–

Mit den bekannten Längen (das Collège 2″ östl.) hat man für $d\lambda$ und $d\beta$ die Gleichungen:

Paris	$-26{,}″2$	$+ 1{,}82 d\lambda$	$+ 1{,}33 d\beta$	$= 0$
Wien	$-26{,}8$	$+ 1{,}87$	$+ 1{,}90$	$= 0$
Stockholm	$-12{,}4$	$+ 1{,}81$	$+ 0{,}95$	$= 0$
Upsala	$-12{,}8$	$+ 1{,}77$	$+ 0{,}83$	$= 0$

*) **Für 1764 stehen die Beobachtungen Schwed. Abh. XXVI 182 — 190. Bei Upsala ward schon von Lexell ein**

woraus nach der Methode der kleinsten Quadrate

$$d\lambda = + 0,''6 \quad d\beta = + 15,''7.$$

Wendet man den letztern Werth an, so wird die Länge von Corten Niemi aus der Vergleichung mit

Stockholm	1^h	26'	45,"4
Upsala			46, 5
	1	26	46, 0
Tornea	1	27	23, 4.

Mallet scheint seine Zeit weit sorgfältiger als Hellant bestimmt zu haben.

Reichen diese Resultate auch nicht hin, die Länge von Tornea bis auf wenige Zeitsecunden festzusetzen, so wird doch im Mittel aus allen der Fehler nicht leicht 8" übersteigen. Wir haben nach

ältern Bestimmungen	1^h	27'	24"
⊙ 1764			31, 0
⊙ 1769			23, 4.

Bei den späteren Rechnungen liegt zum Grunde

Tornea 1^h 27′ 25″ östl. von Paris
Breite 65° 50′ 50″

Schulten in seinen schwedischen logar. Tafeln, denen ein Verzeichnifs der Lage schwedischer Orte beigefügt ist, setzt nach Celsius und Prosperin, Tornea 24′ 35″ östl. von Stockholm, oder 1^h 27′ 27″ von Paris.

Schreibfehler von 1′ angenommen. Für 1769 Schw. Abh. XXXII 40 — 46.

15.

6. Cajaneborg.

Nur bei Gelegenheit der beiden Venusdurchgänge ward dieser Ort, immer von demselben Astronomen Planmann aus Abo, bestimmt.

Zuerst beobachtete er dort 1761 Mai. 18. eine Mondfinsternifs. Aus 25 Vergleichungen mit Stockholm, sowohl Ein- als Austritten, findet er in seiner Abhandlung über Cajaneborgs Länge (Schwedische Abh. XXIV. 136) Cajaneborg 38′ 40″ östl. von Stockholm oder

1^h 41′ 32″ von Paris.

Von Satellitenverfinsterungen sah er beim ersten Trabanten

1761 Aug. 30	Imm. I.	12^h 58′ 50″	W. Z.
Sept. 8	Imm. I.	9 23 40	
1769 Apr. 22	Imm. I.	2 30 46	

und beim dritten

1761 Sept. 3 9^h 13′ 39″ Immers.

Hieraus folgen die Längen

1^h 41′ 50″	. .	6 Vergleich.
42	. .	5 –
2	. .	2 –
33	. .	2 –
1 41 39		im Mittel mit Rüksicht auf die Zahl der jedesmaligen Vergleichungen.

Das Mittel aus diesen beiden unsichern Arten der Längenbestimmung wäre

1^h 41′ 36″.

Ausserdem beobachtete er das Ende zweier Sonnenfinsternisse 1761 und 1769.

Die erstere war nur im nördlichsten Europa und in Asien beobachtet. Das Ende erfolgte hier bald nach Sonnenaufgang. Bei ihrer Wichtigkeit für Tobolsk wären zweckmäfsige Vergleichungspuncte sehr zu wünschen. Der einzige sichere Ort, wo sie gesehen ward, ist Stockholm; da aber hier das Ende nur 13′ nach Sonnenaufgang eintrat, so wird Wargentins Bemerkung: paucis secundis dubius, sehr berüksichtigt werden müssen. Beobachtungen fanden sich folgende:

Stockholm	Jun. 2.	$15^h 10' 18,''9$	M.Z.	Wargentin
Cajaneborg		15 50 2, 9	-	Planmann
Tornea		15 39 38, 9	-	Hellant
Selengisk		20 20 36, 8	-	Rumovsky
Tobolsk		18 8 43, 7	-	Chappe.

Die erstere steht N. A. Soc. Ups. Vol. I. p. 156. Die beiden folgenden Schw. Abh. 1762 p. 136. Rumovsky und Chappe geben die ihrigen in den Abhandlungen über den Venusdurchgang.

Die Tafeln geben daraus die Längen:

Stockholm	$1^h 2' 38,''3$	$+ 1,645 d\lambda$	$+ 0,599 d\beta$
Cajaneborg	1 41 39, 0	+ 1,642	+ 0,624
Tornea	1 27 38, 4	+ 1,644	+ 0,609
Tobolsk	4 23 50, 4	+ 1,602	+ 1,044
Selengisk	6 56 49, 7	+ 1,443	+ 2,698

Wargentin hat das Ende gewifs zu früh gesehen. Für Cajaneborg benutzte ich nur Tornea, ersteres ist 14′ 0,″6 östlicher oder

$1^h 41' 25,''6$ von Paris.

Das Ende der Sonnenfinsternifs 1769 sah Planmann, Schw. Abh. XXXI. 215, um $22^h 57' 50,''3$ M. Z.



Dieselben Elemente, nach denen oben gerechnet ward, geben die Länge

$$1^h\ 41'\ 25,''5\ +\ 1,75\,d\lambda\ +\ 0,66\,d\beta$$

und mit $d\beta = +\ 15,''7$ aus

Stockholm	$1^h\ 41'\ 34,''6$
Upsala	35, 6
	1 41 35, 1.

Giebt man der ersten Sonnenfinsternifs, der ungewissen Länge von Tornea, und der ungünstigen Umstände wegen, den halben Werth, so wird

Cajaneborg $1^h\ 41'\ 32''$ östl. v. Paris
Breite $64°\ 13'\ 30''$.

Schulten hat nach Planmann 38′ 42″, nach Prosperin 38′ 35″ östl. von Stockholm oder $1^h\ 41'\ 34'' - 27''$.

16.

7. Tobolsk.

Chappe beobachtete in Tobolsk dieselbe Mondfinsternifs am 18. Mai 1761, die in Cajaneborg und Stockholm gesehen ward, aber durch Wolken gehindert, sehr unsicher. Aus den 6 beobachteten Eintritten, Austritte fehlen gänzlich, würde mit den obigen Orten verglichen die Länge

$$4^h\ 24'\ 50''$$

folgen. Eine spätere chronometrische Bestimmung von Schubert, astr. Jahrb. 1809 p. 162, stützt sich auf die durch 6 Mondsdistanzen festgesetzte Länge von Catharinenburg (560 Werste von Tobolsk entfernt) und giebt

$$4^h\ 23'\ 3''.$$

Ungeachtet der schwankenden Vergleichungspuncte, möchte doch wohl die Sonnenfinsterniſs von 1761 am geeignetsten seyn, über die wahre Länge zu entscheiden. Ohne Rüksicht auf Correction der Breite erhält man aus ihr

Unterschied mit Cajaneborg $2^h\ 42'\ 11,''4$
Tornea $2\ \ 56\ \ 12,\ 0$

oder von Paris $4^h\ 23'\ 43,''4$
$37,\ 0$

$4^h\ 23'\ 40,''2.$

Auch Triesnecker Eph. V. 1806 p. 318 findet den ersteren Unterschied $2^h\ 42'\ 14,''7$.

Wollte man die Breitenfehler vermeiden, so müſste Selengisk zu Hülfe genommen werden. Sey der Fehler der Länge von Selengisk, Cajaneborg, Tornea, x, y, z, so hat man zur Bestimmung von $d\lambda$ und $d\beta$ die Gleichungen:

$$0 = -14,''3 - x + 1,443\,d\lambda + 2,698\,d\beta$$
$$0 = +\ 7,\ 3 - y + 1,642 \quad + 0,624$$
$$0 = +\ 13,\ 4 - z + 1,644 \quad + 0,609$$

und aus den letzten beiden das Mittel genommen, kommt

$$d\lambda = -\ 10,''3 - 0,17\,x + 0,38\,y + 0,38\,z$$
$$d\beta = +\ 10,\ 8 + 0,46\,x - 0,20\,y - 0,20\,z$$

Länge v. Tobolsk $= 4^h\ 23'\ 45,''2 + \frac{1}{5}x + \frac{2}{5}y + \frac{2}{5}z.$

Vielleicht wird diese letztere noch etwas genauer seyn, als die früher auf unmittelbare Vergleichung gegründete. Schwerlich werden alle Fehler einerlei Zeichen haben, und selbst die am wenigsten zu verbürgende Länge von Selengisk kann kaum um 15" von der wahren abweichen.

Ohne in einen logischen Zirkel zu verfallen, läſst sich, nach Pingré's Beispiel, aus dem Venusdurchgange wenigstens eine Bestätigung der Länge hernehmen. Nach den später anzugebenden Elementen müſste, wenn $d\pi$ die Correction der Sonnenparallaxe ist, der Eintritt der Venus, und zwar die innere Berührung, geschehen in

Stockholm	14^h	34′	42,″7	$+ 37{,}42\, d\pi$	M.Par.Z.
Upsala	14	34	40, 1	$+ 37{,}12$ -	-
Tobolsk	14	34	46, 2	$+ 37{,}63$ -	-

Bei der Sicherheit, mit der die Sonnenparallaxe schon bekannt ist, kann durch eine Aenderung derselben der Zeitunterschied dieser Eintritte gar nicht afficirt werden. Verschiedene Annahmen bei den andern Elementen wirken noch weniger darauf ein. In Stockholm sah Wargentin die innere Berührung um

	15^h	37′	29,″2	
Klingenstierna			35, 2	
	15	37	32, 2	M. Stockholm. Z.

In Upsala

Mallet	15^h	36′	2,″2	
Strömer			11, 2	
Melander			8, 2	
Bergmann		35	49, 2	
	15	36	2, 7	M. Upsal. Z.

Sie sollte folglich in Tobolsk gesehen werden um

15^h	37′	35,″7	M. Stockh. Z.	
15	36	8, 8 -	Upsal.	-

Chappe beobachtete sie um		18^h 58′	36,″3	also
Tobolsk von Stockholm		3^h 21′	0,″6	
	Upsala . . .	22	27, 5	
oder von	Paris . . .	4^h 23′	52,″3	
			39, 5	
		4 23	45, 9	

Mit ziemlicher Sicherheit läfst sich daher annehmen

Tobolsk Länge 4^h 23′ 45″

Breite 58° 12′ 22″

beides für den Standpunct von Chappe.

17.

Die Länge der übrigen europäischen Orte ist gröfstentheils schon von Triesnecker und Wurm so genau gegeben, dafs keine wesentliche Aenderung nöthig ist.

8. Stockholm. Schon nach Wargentin's vielen Satellitenverfinsterungen zwischen 1^h 2′ 51″ und 52″ von Paris. In den E. V. 1800 p. 397 stellt Triesnecker 8 Sternbedeckungen und 2 Sonnenfinsternisse zusammen, nach denen im Mittel

Länge von Stockholm 1^h 2′ 51,″7.

9. Upsala. Nach Wargentin aus vielen Jupiterstrabanten Ein- und Austritten 1′ 39″ — 40″ westlich von Stockholm, oder 1^h 1′ 12″ von Paris. Hiemit stimmen auch die Sternbedeckungen und Sonnenfinsternisse

♃ März 14 1788	1^h1′11,″6	Triesn. E. V. 1802. 455
α Virg. Mai 24 1801	12, 3	Walb. Jahrb. 1823 190
Oben berech. ⊙ 764	12, 5	
- ⊙ 769	11, 6	
	1 1 12, 0.	

10. Abo. Die oben angeführte Berechnung der Sonnenfinsternifs von 1764 giebt 1^h 19′ 51,″7.

Die Sonnenfinsternifs 1769 ward nicht in Abo, sondern auf einem Berge in der Nähe, dem Wanhalina, beobachtet, der nach geodätischer Messung 22,″7 in Zeit östlicher, und 2′ nördlicher liegt. Die unverbesserten Tafeln geben die Länge

$$1^h\ 19'\ 52,''3 + 1,77\, d\lambda + 0,84\, d\beta$$

woraus im Mittel von Stockholm und Upsala

Wanhalina	1^h 20′ 4,″7
Abo	1 19 42.

Ueberhaupt habe ich folgende Berechnungen gefunden:

♃ 29. Dec. 751 . .	1^h19′59,″9	Wurm M.C. XXVI. 176
♃ 14. Mrz. 788	45, 2	Triesn. E. V., 1802 448
	1 19 52, 6	
⊙ Jun. 15 787 . .	1^h19′58,″3	Triesn. l. c.
⊙ Apr. 3 791 .	41, 8	ibid.
Oben ⊙ 764	51, 7	
769	42, 0	
	1 19 48, 5	

Länge von Abo 1^h 19′ 50″.

11. Hernosand.

♃ Dec. 29 751 . .	1^h 2′ 6,″7	Wurm M.C. XXVI 182
⊙ Oct. 25 753	9, 7	ibid.
☾♉ Nov. 5 751	5, 3	
	1 2 7, 0	

wenn der Sonnenfinsternifs der halbe Werth gegeben wird.

12. Lund. Wargentin Schw. Abh. XXXV. p. 63 findet aus 16 Emers. und 11 Immers. der Jupiterstrabanten, mit Stockholm verglichen, die Länge v. Paris 43′ 30″; 22 Verfinsterungen mit Paris unmittelbar verglichen, geben 43′ 34″; im Mittel 43′ 32″. Aus fünf Sonnenfinsternissen und zwei Sternbedekkungen, von Wurm, Triesnecker, Lexell und Walbeck berechnet, bei denen die kleinste Länge 43′ 11″, die gröſste 43′ 26″, folgt im Mittel 43′ 21″.

Lund ist zweimal, von Picard und Schenmark, mit Copenhagen trigonometrisch verbunden worden. Beide Messungen geben übereinstimmend den Mittagsunterschied 2′ 27,″4 in Zeit. Copenhagen ist im Mittel aus Wurm's und Triesnecker's Berechnungen, die sehr gut übereinstimmen, 40′ 59,″6 von Paris. Ich glaubte, mich hieran halten, oder Lund 43′ 27″ östl. von Paris setzen zu müssen.

13. Landscrona. Aus der Sonnenfinsterniſs 1764 würde 41′ 42″ folgen, indessen ist die Zeitbestimmung zweifelhaft. Ich zog Schenmark's, freilich auch nicht sehr sicher scheinende, geodätische Bestimmung vor, nach welcher Landscrona 1′ 28″ westlicher als Lund, oder 41′ 59″ von Paris. Schulten hat 41′ 49″. C. d. t. 42′ 3″.

14. Carlscrona. 52′ 52″. Wurm M. C. II. 264.

15. Calmar. Wargentin Schw. Abh. XXIII p. 160 erhält aus einer Mondfinsterniſs 56′ 25″. Schulten hat 55′ 56″. Die Conn. des tems folgt Wargentinen. Zur nähern Untersuchung fehlen alle Beobachtungen.

16. Petersburg. Länge aus Sternbedeckungen

1 δ ♉	14 März 796	1h 51′ 51,″1	Wurm M.C. XXVI. 187
ε ♊	8 Aug. 798	61, 8	ibid.
α ♉	14 Apr. 774	54, 4	Triesn. E.V. 800. p. 400
γ ♉	24 Sept. 774	51, 9	ibid.
		1 51 54, 8	

aus Sonnenfinsternissen

⊙ 1769	1h 51′	53,″4	
787		45, 8	Triesn. l. c.
788		52, 4	ibid.
802		57, 5	Wurm l. c.
803		51, 7	ibid.
804		57, 3	ibid.
	1 51	53, 0	

Im Mittel 1h 51′ 54″.

17. Drontheim.

♃	14. März 788.	32′ 15,″4	Triesn. E.V. 802. p. 433
Alcyone	5. – 786	5, 3	
		32′ 10″.	

18.

Die englischen Orte sind alle an Greenwich geknüpft. Zu der Zeit der ersten Berechner des Durchgangs herrschte über den Mittagsunterschied zwischen den beiden Hauptsternwarten Paris und Greenwich eine solche Ungewifsheit, dafs Lalande gesteht, es sey noch ganz unentschieden, ob er 9′ 15″ oder 9′ 40′ sey; alle frühern Rechner nahmen ihn zu 9′ 10″ an. Es kann jetzt kei-

nem Zweifel mehr unterliegen, daſs er sehr nahe 9′ 21,″8 ist. M. C. II. 267.

Savilehouse soll nach Short Ph. Tr. 761 p. 181 30,″5 in Zeit westl. von Greenwich liegen.

Spitalsquare nach Canton Ph. Tr. 761 p. 182 16,″7 westl.

Hakney 11,″5 westl. Eph. V. 762 p. 44.

Clerkenwellclose *) 27,″5 westl. Eph. V. l. c.

Chelsea nach Dunn 41″ westl. Ph. Tr. 761 p. 186.

Shirburn Castle nach Hornsby 4′ 1″ westl. Ph. Tr. 761 p. 177. Die Sonnenfinsterniſs bestätigt diese wahrscheinlich chronometrische Bestimmung; sie giebt nach Lexell 3 58″.

Leskeard nach dem Beobachter 18′ 32″ westl. Ich zog die chronometrische Angabe der Conn. d. T. 18′ 38″ westl. vor.

Die Puncte in Paris sind in der Conn. d. t. meistens angeführt. Aus derselben Quelle wurde auch die Lage der französischen Städte genommen, die sich bei allen auf Dreiecke stützt. Die Entfernung der eigentlichen Beobachtungsorte vom Dreieckspuncte war freilich unbekannt, kann aber bei den kleineren Städten schwerlich einen merklichen Irthum hervorbringen.

St. Géneviève, wo Pingré's Observatorium lag, wird von ihm 3″ östl. von der Pariser Sternwarte angegeben.

---

*) Clerkenwellclose habe ich für identisch mit Platea scholarum nach Hell angenommen, der allein die Beobachtung anführt.

St. Hubert, das Schloss liegt nach le Monnier 1′ 56,″5 westl., wenig übereinstimmend mit der Sonnenfinsterniss 1769, aus der Lexell 2′ 25″ findet. Ich habe le Monnier's Bestimmung, die sich vielleicht auf geodätische Messungen gründet, beibehalten.

La Muette, 14,″5 westl. von Paris. Mém. de l'Acad. 1761 p. 99.

Conflans sous Carrière, 16,″5 östl. nach la Caille M. de l'Ac. 761 p. 78.

Vincennes nach Prolange, Journ. des Savans, 23″¾ östl.

Die meisten dieser Längen liefsen sich auf den genauen Charten der Umgebungen von London und Paris prüfen. Eben daher wurden auch die Breiten genommen, wenn der Beobachter sie anzusetzen versäumt hatte.

In Madrid ward der Durchgang ganz in der Nähe des Plaza major, im kaiserlichen Collegium beobachtet. Die Länge dieses Platzes ist nach Oltmanns Humb. Reisen I. p. 21.... 24′ 10″ westl. von Paris.

Das Collegium dos Nobres in Lissabon, für welches Triesnecker und Wurm M.C. VIII p. 393 die Länge sehr genau zu 45′ 54,″6 bestimmt haben, war damals im Bau begriffen. Da Ciera dabei angestellt werden sollte, so vermuthet Pingré, dafs er in der Nähe desselben beobachtet habe.

Für Porto kannte ich nur die Bestimmung der Conn. d. tems, die, da sie sich auf die Sandbank vor dem Hafen bezieht, schwerlich für die Stadt wird gelten können.

Porto (la barre) 43′ 54″ westl.

In Rom beobachtete Audifredi im Kloster St. Mariä super Minervam, welches nach seiner Angabe 7 bis 8" östl. von der Peterskirche, in der Nähe des römischen Collegiums liegen soll. Triesnecker in der astronom. Ztschrft. III. p. 205 findet für die Peterskirche 40' 26,"7 östl. Folglich für den Standpunct Audifredi's 40' 34".

Für die übrigen italienischen und die deutschen Orte, welche späterhin gebraucht werden, finden sich die Längen in den folgenden Schriften berechnet. Nur Wetzlas ward aus der Angabe Hell's genommen, daſs es 4' 10" bis 15" westlich von Wien liege.

Bologna, Eph. Vind. 1800. 593.
Florenz, astronom. Ztschrft. II. 413.
München, M. C. XXVI. 185.
Ingolstadt, E. V. 1802. 451.
Dillingen, M. C. II. 265.
Laibach, Conn. d. t. aus Dreiecken.
Göttingen, astronom. Ztschrft. II. 48.
Leipzig, M. C. XXVI. 183.
Schwetzingen, M. C. VII. 520 aus Dreiecken.
Leyden, Conn. d. T.
Tyrnau, Eph. Vindob. 1800 p. 401.
Constantinopel, (Sophien Moschee) C. d. t.

19.

In der folgenden Tafel ist die Uebersicht der angewandten Ortsbestimmungen enthalten, mit der gehörigen Bemerkung, wenn Länge oder Breite über eine angemessene Grenze hinaus ungewiſs sind. Für die Längen ward sie zu 4 bis 5' in Zeit angenommen; für die Breite, wenn letztere geschätzt werden muſste.

No.	Namen der Orte	Länge von Paris in Zeit				Breite			
1	Vorgebirge d. g. H.	+	1h	4'	20"	—	33°	55'	40"
2	Rodrigues	+	4	4	14:	—	19	40	40
3	Madras	+	5	11	45:	+	13	4	8
4	Pekin	+	7	36	23:	+	39	55	15
5	Selengisk	+	6	57	4:	+	51	6	6
6	Tobolsk	+	4	23	45:	+	58	12	22
7	Petersburg	+	1	51	54	+	59	56	23
8	Stockholm	+	1	2	51,7	+	59	20	30
9	Upsala	+	1	1	12	+	59	51	50
10	Abo	+	1	19	50	+	60	27	10
11	Tornea	+	1	27	25:	+	65	50	50
12	Cajaneborg	+	1	41	32:	+	64	13	30
13	Hernosand	+	1	2	7	+	62	37	30
14	Calmar	+		56	25::	+	56	40	30
15	Carlscrona	+		52	52	+	56	10	45
16	Landscrona	+		41	59:	+	56	52	14
17	Lund	+		43	27	+	55	42	0
18	Drontheim	+		32	10:	+	63	25	50
19	Copenhagen	+		41	0	+	55	41	4
20	Savilehouse	—		9	52,3	+	51	30	50
21	Spitalsquare	—		9	38,5	+	51	31	15
22	Greenwich	—		9	21,8	+	51	28	40
23	Hakney	—		9	33,3	+	51	30	:
24	Clerkenwellclose	—		9	49,3	+	51	32	:
25	Shirburn	—		13	22,8	+	51	39	23
26	Leskeard	—		28	0:	+	50	26	55
27	Chelsea	—		10	3	+	51	29	5
28	Paris, Obs. roy.			0	0	+	48	50	14
29	Hotel de Clugny	+		0	2	+	48	51	4
30	Luxembourg			0	0	+	48	51	29
31	Collèg Louis le gr.	+		0	2	+	48	50	58
32	Ecole militaire	—		0	8	+	48	51	6
33	St. Généviève	+		0	3	+	48	50	:
34	la Muette	—		0	14,5	+	48	51	:
35	Conflans sousCarr.	+		0	16,5	+	48	49	21
36	St. Hubert	—		1	56,5:	+	48	53	0
37	Vincennes	+		0	23,8	+	48	50	40
38	Lyon	+		9	57	+	45	45	58
39	Rouen	—		4	57	+	49	26	27

No.	Namen der Orte	Länge von Paris in Zeit				Breite		
40	Bayeux	—	ʰ	12′	9″	+ 49°	16′	34″
41	Beziers	+		3	31	+ 43	20	31
42	Montpellier	+		6	10	+ 43	36	16
43	Madrid	—		24	10	+ 40	24	57
44	Lissabon	—		45	54,6	+ 38	42	58
45	Porto	—		43	50	+ 41	8	54
46	Rom	+		40	34	+ 41	53	54
47	Bologna	+		36	2	+ 44	29	36
48	Florenz	+		35	42	+ 43	46	41
49	Wien	+		56	10	+ 48	12	36
50	Wetzlas	+		52	0:	+ 48	36	30
51	München	+		36	58	+ 48	8	20
52	Ingolstadt	+		36	20	+ 48	45	54
53	Dillingen	+		32	41	+ 48	34	28
54	Laibach	+		49	45:	+ 46	1	48
55	Göttingen	+		30	25	+ 51	31	54
56	Leipzig	+		40	8	+ 51	20	16
57	Schwetzingen	+		24	58	+ 49	23	4
58	Leyden	+		8	36:	+ 52	9	30
59	Tyrnau	+	1	0	59	+ 48	22	58
60	Constantinopel	+	1	46	20::	+ 41	1	27

20.

Von geringerer Wichtigkeit für die Sonnenparallaxe ist die genaue Vorausbestimmung der Elemente, die sich auf die Bahn der Venus und Sonne beziehen, so wie sie vom Mittelpuncte der Erde aus gesehen wird. Für alle Orte der Erde ist der Einfluſs eines darin stattfindenden nicht zu groſsen Fehlers sehr nahe derselbe. Nur wenn Ein- und Austritte verbunden werden sollen, muſs die relative Geschwindigkeit der Venus genau bekannt seyn. Immer indessen wird eine Annäherung an die Wahrheit zur Sicherheit des Endresultats, besonders auch für die Bestimmung der andern Elemente auſser der Parallaxe, beitragen.

Zuerst suchte ich die Verbesserung der Sonnentafeln. Vor dem 6. Juny ist nach Bessel's Bemerkung der Stand des Greenwicher Passageninstruments unsicher. In den nächst darauf folgenden Tagen beobachtete Bradlei

Jun.	6	Æ ⊙	74°	37′	59,"85
	8		76	41	46, 95
	14		82	54	35, 55

Carlini's Tafeln geben

Jun. 6	Länge ⊙	75°	51′	8,"0	Breite	+ 0,"63
8		77	45	50, 5		0, 71
14		83	29	34, 2		0, 17

und mit Schiefe der Ecliptik = 23° 28′ 16,"87

Æ 74°	38′	2,"43	Fehler	+ 2,"58
76	41	52, 69		+ 5, 74
82	54	41, 70		+ 6, 15
Jun. 9,3			im Mittel	+ 4, 82.

Bei dem Mangel anderer Beobachtungen ward dieser Fehler auch für Jun. 5 angenommen. Mit gehöriger Rüksicht auf die Breite der Sonne, erhält man damit, wenn man die Æ vom scheinbaren Aequinoctium zählt, mit Inbegriff der Aberration:

1761 Jun. 5.

Mittl. Pariser Zeit	Æ ⊙			Decl. ⊙ bor.			Log. Rad. vect.
14^h	74°	11′	52,"77	22°	40′	32,"62	0, 0066547
15		14	27, 31		40	48, 17	568
16		17	1, 86		41	3, 68	588
17		19	36, 41		41	19, 14	608
18		22	10, 97		41	34, 56	628
19		24	45, 54		41	49, 93	647
20		27	20, 12		42	5, 26	667
21		29	54, 71		42	20, 54	686

Zur Prüfung wurde die Bewegung der Sonne in diesen 7 Stunden aus den Elementen und Störungsformeln unmittelbar berechnet. Sie betrug

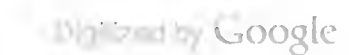
in Länge	16′	44,″01
Æ	18	1, 94
Decl.	1	47, 91.

Nach Carlini ist der Halbmesser der Sonne für Jun. 5 = 15′ 4′,″8. Die Zeitgleichung (zur wahren Zeit algebraisch zu addiren) ist

14^h	— 1′ 54,″07.
17 30′	— 1 52, 51.
21	— 1 50, 95.

Von den sechs Elementen der Venusbahn, lassen sich die drei, auf denen die Kenntnifs der Entfernung und Geschwindigkeit in der Bahn beruht, halbe grofse Axe, Perihel und Excentricität, als vollkommen genau, wenigstens für die kleine Zeit des Durchgangs annehmen. Auch bei der Neigung wird ein kleiner Fehler die absolute geocentrische Breite, und ihre Aenderung in den 7 Stunden, wegen der Nähe des Knotens nicht merklich afficiren. Die übrigbleibenden, Epoche und Länge des Knotens, lassen sich nur aus dem Durchgange selbst herleiten. Der bequemeren Rechnung wegen sind statt ihrer die Rectascensions- und Declinations-Differenz der Venus und Sonne, in die Bedingungsgleichungen eingeführt worden.

Die Länge des Knotens ist in Hrn. v. Lindenau's Tafeln für 1761 irrig angesetzt. Schon nach den Bestimmungen für 1769 sollte sie um 1½ Minuten kleiner seyn. Noch näher suchte ich sie aus einigen vorläufigen Berechnungen des Durchganges von 1761 zu erhalten. Zuerst wurden dazu 14 mikro-



metrische Messungen von **Tob. Mayer** in **Göttingen** angewandt. Bestimmt man den Werth der Micrometertheile aus dem Sonnenhalbmesser, so erhält man für

Jun. 5. $17^h 30'$ M.P.Z. ♈︎♀ $74° 23' 21,''7$ Sch. Aeq.
Decl. 22 32 13, 2.

Mayer's eigene Angaben würden die Declination noch etwas verringern. Hieraus wird mit Neigung der Bahn = 3° 23′ 26″,

☊ = 74° 31′ 46,″1 + 0,93 d ♈︎ ☉ scheinb. Aeq.
− 1,03 d ♈︎ (♀ − ☉)
+ 6,63 d Decl. (♀ − ☉).

Berechnet man mit der heliocentrischen Tafel-Länge .. λ, und ☊ = 74° 32′ 0″ sch. Aeq., den Durchgang in Stockholm Ein- und Austritt, und den Austritt in Göttingen, so kommen die Gleichungen:

− 154,″4 − 40.379 $d\lambda$ − 1,516 d ☊ = 0
− 6, 8 − 34.806 + 2,141 = 0
+ 6, 8 − 34.716 + 2,140 = 0

denen zufolge $d\lambda$ etwa = − 2,″4, d ☊ = − 40″. Mit Anwendung dieser Correction für λ, und ☊ = 74° 31′ 20″ (v. Lindenau hat 74° 33′ 38″) erhält man dann für den Mittelpunct der Erde folgende Orte der Venus, wie sie mit der Aberration (2′ 22,″6 in Zeit) behaftet erscheinen:

1761 Jun. 5.

Mittl. Par. Zeit	♈︎ ♀			Decl. ♀ bor.			Log Entf. von der ♁
14^h	74°	29′	4,″31	22°	34′	48,″13	9,4610826
15		27	27, 24		34	2, 91	801
16		25	50, 19		33	17, 67	784
17		24	13, 16		32	32, 42	776
18		22	36, 15		31	47, 15	778
19		20	59, 15		31	1, 87	788
20		19	22, 18		30	16, 58	807
21		17	45, 23		29	31, 27	835

Die Bewegung der Venus in diesen 7 Stunden, aus den Elementen und Störungsgleichungen unmittelbar berechnet, beträgt:

in ihrer Bahn	27′	48,″16			
in geocentr. Länge	10	57, 56	Breite	4′	7,″84
AR	11	19, 07	Decl.	5	16, 89.

Der scheinbare Durchmesser der Venus ward von mehreren Astronomen mikrometrisch gemessen. Die bessern unter diesen Messungen geben

54,″5 . . Wargentin
57, 5 . . Mallet
54. 7 . . Pingré
57, 0 . . Green
58, 0 . . Canton
59, 1 . . Short
59, 6 . . Mason und Dixon
59, 0 . . la Caille
59, 1 . . Liesganig.

In runder Zahl nahm ich 58″. Der Durchgang von 1769 hat 57,″2 den Verweilungen am Sonnenrande zufolge gegeben. Eine Correction ward in die Bedingungsgleichungen aufgenommen.

Als die Grenzen der Sonnenparallaxe im mittleren Abstande der Erde, werden jetzt allgemein 8, ″5 und 8,″8 angenommen. Nicht blofs die Venusdurchgänge, auch die berühmte Mondsgleichung hat dafür entschieden. Schon im Jahre 1755 schrieb Mayer an Wargentin*), dafs er daraus die Sonnenparallaxe, bis auf den 24sten Theil des Ganzen sicher, zu 7,″9 gefunden. In der Conn. d. t. 1823 p. 230 untersucht Laplace dieselbe auf das genaueste, und entschei-

*) Schw. Abh. XXVI. 147.

det sich für 8,"65. Den Bedingungsgleichungen liegt die früher von Laplace angenommene Constante

8,"56

zum Grunde, und wenn man sich erlaubt, die Entfernung der Sonne als constant, im Mittel = *num lg* 0,006661, die der Venus für die Ein- und Austritte = *num lg* 9,461083 zu setzen, so werden daraus die Parallaxen für

Jun. 5.

Wahre Parallaxe der Sonne = 8,"42971
Venus = 29,"60678
Relative Parallaxe ♀ — ☉ = 21,"17707.

21.

Die Parallaxenrechnung ist in den neuern Zeiten so ausgebildet worden, dafs es nur auf eine zweckmäfsige Auswahl der Formeln ankommt, welche für jeden bestimmten Fall die bequemste Rechnung geben. Sollen viele Beobachtungen mit einerlei Elementen verglichen werden, so wird es am kürzesten seyn, die Ebene des Aequators zum Grunde zu legen, und bei kleinen Parallaxen die strengen Formeln in Reihen zu entwickeln. Führt man folgende Bezeichnungen ein:

Wahre Æ eines Himmelskörpers . . . α
– Declination . . . . δ
– Halbmesser . . . . r
Aequat. Horiz. Parallaxe . . . . π
Sternzeit eines Ortes auf der Erde . . . θ
Verbesserte Polhöhe . . . . φ
Halbm. der Erde für diesen Ort in Theilen des Halbm. des Aequators . . ϱ

so sind die bekannten vollkommen strengen Reihen,

wenn die scheinbaren Grössen durch einen Strich unterschieden werden:

$$\alpha' - \alpha = \left(\frac{\varrho \sin\pi \cos\varphi}{\cos\delta}\right) \sin(\alpha - \theta)$$

$$+ \tfrac{1}{2} \left(\frac{\varrho \sin\pi \cos\varphi}{\cos\delta}\right)^2 \sin 2(\alpha - \theta) + \ldots$$

$$tg\,\psi = \frac{tg\,\varphi \cos(\alpha' - \alpha)}{\cos\left[\frac{1}{2}(\alpha' + \alpha) - \theta\right]}$$

$$\delta' - \delta = \left(\frac{\varrho \sin\pi \sin\varphi}{\sin\psi}\right) \sin(\delta - \psi)$$

$$+ \tfrac{1}{2} \left(\frac{\varrho \sin\pi \sin\varphi}{\sin\psi}\right)^2 \sin 2(\delta - \psi) + \ldots$$

$$\sin r' = \frac{\sin \delta' - \psi}{\sin \delta - \psi} \sin r \text{ oder}$$

$$r' - r = r\left[(\delta' - \delta) \, cotg(\delta - \psi) - \tfrac{1}{2}(\delta' - \delta)^2 - \ldots\right]$$

wo ψ ein Hülfswinkel ist.

Bei der Kleinheit von π wird man sich mehrere Abkürzungen erlauben können.

Eine Raumsecunde des Halbmessers der Venus braucht zu ihrem Ein- oder Austritte am Sonnenrande etwa 18,87 Zeitsecunden. Schon die Unterschiede zwischen den Beobachtern desselben Ortes zeigen, dafs das Phänomen der Berührung sich nicht auf eine Zeitsecunde genau wahrnehmen läfst; wirklich beträgt auch der am Ende erhaltene wahrscheinliche Fehler, bei welchem indessen auch andere Elemente einwirken, sieben Secunden. Wird folglich die Rechnung bis auf die Hunderttheile der Secunde genau geführt, so wird der Fehler in Zeit nur bis auf 0,"2 steigen können, und diese Genauigkeit der Rechnung in angemessenem Verhältnifs zu den Beobachtungen stehen.

Nur die relative Parallaxe 21,"177 kommt hier in Betracht, und für sie ist bei der Æ nur das erste Glied der Reihe nöthig. Das Maximum des zweiten $\frac{1}{2}\pi^2 \sec \delta^2$ kann höchstens auf 0,"0013 steigen.

Zur Berechnung von ψ kann man sich der Formel bedienen:

$$tg\ \psi = \frac{tg\ \varphi}{\cos(\alpha - \theta)}$$

Substituirt man nämlich diesen Ausdruck, statt des streng richtigen, in das erste Glied der Reihe für die Declinationsparallaxe, so wird das Glied zweiter Ordnung die Form erhalten:

$$+ (\delta' - \delta)^2 \operatorname{cotg}(\delta - \psi) - \tfrac{1}{4}(\alpha' - \alpha)^2 \sin 2\delta.$$

Das Maximum des ersten Theiles ist $\frac{1}{2}\pi^2 = 0,"00109$, des zweiten $\frac{1}{2}\pi^2\, tg\, \delta = 0,"00046$. Selbst die Summe beider wird vernachlässigt werden können. Die Vergrößerung des Halbmessers, die sich immer nur auf wenige Hunderttheile beläuft, kann mit demselben Werthe von ψ berechnet werden.

Führt man die Rechnung nicht für jeden der zwei Himmelskörper besonders, sondern mit der relativen Parallaxe für beide zugleich, so darf man weder den Ort des einen, noch des andern, dabei zum Grunde legen. Eine leichte Entwickelung zeigt, dafs nur dann die Glieder zweiter Ordnung aufgehoben werden, wenn man einen Punct der Himmelskugel wählt, der aufserhalb beider Himmelskörper, nach der Seite desjenigen zu liegt, welcher die stärkste Parallaxe hat, in dem gröfsten Kreise, der beide verbindet, und von dem näheren Planeten um den $(k-1)^{ten}$ Theil des Winkel-Abstandes beider entfernt, wenn das Verhältnifs der Parallaxen $1 : k$ ist, oder wenn die Æ ♀ $= \alpha$, Æ ☉ $= A$, Decl. ♀ $= \delta$, Decl. ☉ $= D$

so wird man zur Berechnung der Parallaxen eine Æ nehmen müssen $= \alpha + \frac{\alpha - A}{k - 1}$

$$\text{Decl.} = \delta + \frac{\delta - D}{k - 1}$$

Bei den Durchgängen durch den niedersteigenden Knoten ist $k = 3{,}512$, $k - 1 = 2{,}512$. Da der Abstand 17′ bei den Ein- und Austritten beträgt, so darf diese Correction nicht übergangen werden, wenn man der Hunderttheile sicher seyn will.

Dasselbe findet bei der Vergröſserung der Summe und Differenz der Halbmesser statt. Wenn R der Halbmesser der Sonne, r der Venus, und $R = qr$ ist, so wird für die Summe die Vergröſserung

$$= \left(\frac{q + k}{k - 1}\right).\ r.\ (\delta' - \delta).\ cotg\ (\delta - \psi).$$

für die Differenz

$$= \left(\frac{q - k}{k - 1}\right).\ r.\ (\delta' - \delta).\ cotg\ (\delta - \psi).$$

Der erste Factor $\frac{q + k}{k - 1}.r.$ beträgt 0,00202; der zweite 0,00163.

Wenn so die scheinbaren Seiten des sogenannten Conjunctionsdreieckes gefunden sind, so kann man sich wiederum erlauben, das kleine sphärische Dreieck wie ein ebenes zu berechnen. Die strenge Formel

$$cos\,(R' \pm r') = sin\,D'\ sin\,\delta' + cos\,D'\ cos\,\delta'\ cos\,(A' - \alpha')$$

verwandelt sich zuerst in:

$$sin\,\tfrac{1}{2}(R' \pm r')^2 = sin\,\tfrac{1}{2}(D' - \delta')^2\ cos\,\tfrac{1}{2}(A' - \alpha')^2 + cos\,\tfrac{1}{2}(D' + \delta')^2\ sin\,\tfrac{1}{2}(A' - \alpha')^2.$$

und wenn man die sinus und cosinus der kleinen Winkel in Reihen auflöst, in:

$$(R'\pm r') = \sqrt{\left\{(D'-\delta')^2 + \cos\tfrac{1}{2}(D'+\delta')^2 . (A'-\alpha')^2\right\}}$$
$$- \tfrac{1}{8}\, \frac{(D'-\delta')^2\,(A'-\alpha')^2}{(R'\pm r')}\left\{1-\tfrac{2}{3}\cos\tfrac{1}{2}(D'+\delta')^2\right\}\ldots$$

wovon das letzte Glied für den Venusdurchgang im Maximum beträgt:

$$\tfrac{1}{32}\,(R'\pm r')^3\left\{\frac{1-\frac{2}{3}\cos\frac{1}{2}(D'+\delta')^2}{\cos\frac{1}{2}(D'+\delta')^2}\right\}$$
$$= 0{,}0160\,(R'\pm r')^3 = 0{,}''00040.$$

für $R'\pm r' = 17'$; folglich nicht im mindesten zu berüksichtigen ist.

22.

So ist überhaupt die Berechnung des Zeitpuncts der Berührung, und des Einflusses, den kleine Aenderungen der Elemente darauf haben, in den folgenden Formeln enthalten.

Für die Zeit der Beobachtung an einem bestimmten Orte, nachdem sie auf mittl. Pariser Zeit gebracht ist, nimmt man aus den gleich folgenden Tafeln: *lg.* ϱ; die Verbesserung der astronomischen Polhöhe; α die AR, und δ die Declination, die zur Berechnung der relativen Parallaxe angewandt werden mufs; die Pariser Sternzeit, woraus sich die Sternzeit des Ortes ϑ ergiebt; den geocentrischen AR Unterschied der Venus und Sonne $A =$ AR ♀ — AR ⊙, und eben so $D =$ Decl. ♀ — Decl. ⊙, und den cos. des arithmetischen Mittels zwischen der geocentrischen Sonnen- und Venus-Declination Δ. Die Bewegung der Venus von der Sonne in AR $= m$, und in Declination $= n$, von denen beiden der Logarithm für eine Zeitsecunde angesetzt ist, ändert sich während der verschiedenen Ein- und Austritte nicht.

Mit diesen Gröfsen berechnet man:

Parall. in Æ $= 21,''177 \cdot \frac{\varrho \cos\varphi}{\cos\delta} \sin(\alpha - \vartheta) = \mu\pi.$

wo π die mittlere Sonnenparallaxe $=$ 8,″56.

$$tg\,\psi = \frac{tg\,\varphi}{\cos(\alpha - \vartheta)}$$

Parall. in Decl. $= 21,''177 \cdot \frac{\varrho \sin\varphi}{\sin\psi} \sin(\delta - \psi) = \nu\pi.$

Scheinbarer Abstand der Mittelpuncte bei der innern Berühr. $= + 0{,}00163.\nu.\pi.\,cotg\,(\delta - \psi) + 917,''8$
äufsern Berühr. $= + 0{,}00202.\nu.\pi.\,cotg\,(\delta - \psi) + 975,8.$

$$A + \mu\pi = A'$$
$$D + \nu\pi = D'$$
$$\cos\Delta'^2\,A'^2 + D'^2 = S^2.$$

In den wenigsten Fällen wird S anfangs vollkommen $= R' \pm r'$ herauskommen. Man hat dann der angenommenen Zeit die Correction hinzuzufügen:

$$dT = \frac{S}{m.\cos\Delta'^2\,A' + n\,D'}\,[(R' \pm r') - S]$$

und wenn man mit diesem Werthe die vorigen Rechnungen wiederholt, so wird man erhalten:

Zeit der Berührung

$$= T - \frac{\mu.\cos\Delta'^2\,A' + \nu D'}{m.A'\cos\Delta'^2 + nD'}\,d\pi$$
$$- \frac{A'\cos\Delta'^2}{m\,A'\cos\Delta'^2 + n\,D'}\,d\,\text{Æ}\,♀$$
$$- \frac{D'}{m\,A'\cos\Delta'^2 + n\,D'}\,d\,\text{Decl.}\,♀$$
$$+ \frac{(R' \pm r')}{m\,A'\cos\Delta'^2 + n\,D'}\,d(R \pm r).$$

Jede beobachtete Zeit giebt dann, unter Voraussetzung der Richtigkeit des Mittagsunterschiedes, eine Bedingungsgleichung.

Abplattung. $\frac{1}{302{,}78}$.

Polhöhe	Verbesserung −	log. ρ	Polhöhe	Verbesserung −	log. ρ
10°	3′ 53″	9,99996	41°	11′ 16″	9,99938
11	4 15	5	42	11 19	6
12	4 37	4	43	11 21	3
13	4 59	3	44	11 22	1
14	5 20	2	45	11 23	9,99928
15	5 41	9,99990	46	11 23	9,99926
16	6 1	9,99989	47	11 22	3
17	6 21	8	48	11 20	1
18	6 40	6	49	11 17	9,99918
19	6 59	5	50	11 13	6
20	7 18	9,99983	51	11 8	9,99913
21	7 36	2	52	11 3	1
22	7 53	0	53	10 57	9,99909
23	8 10	9,99978	54	10 50	6
24	8 26	6	55	10 42	4
25	8 42	9,99975	56	10 34	9,99901
26	8 57	3	57	10 25	9,99899
27	9 11	1	58	10 15	7
28	9 25	9,99969	59	10 4	5
29	9 38	6	60	9 52	2
30	9 50	9,99964	61	9 40	9,99890
31	10 2	2	62	9 27	9,99888
32	10 13	0	63	9 13	6
33	10 23	9,99958	64	8 59	4
34	10 32	5	65	8 44	2
35	10 41	9,99953	66	8 29	9,99880
36	10 49	1	67	8 13	9,99878
37	10 56	9,99948	68	7 56	7
38	11 2	6	69	7 38	5
39	11 7	3	70	7 20	3
40	11 12	9,99941	71	7 2	9,99872

E i n-

Für die Berechnung der Parallaxe.

Jun. 5. Mittl. Pariser Zeit	Sternzeit zu Paris	α	δ	Zeit-Gleichung
$14^{h}10'$	$19^{h}\ 8'\ 43,''2$	$74°35'22''$	$22°32'19''$	$-1'54,''0$
11	9 43, 4	19	18	
12	10 43, 6	15	17	
13	11 43, 7	12	16	
14	12 43, 9	9	14	
15	13 44, 0	75 35 6	22 32 13	
16	14 44, 2	2	12	
17	15 44, 4	34 59	11	
18	16 44, 5	56	10	
19	17 44, 7	53	9	
20	18 44, 9	74 34 49	22 32 8	
21	19 45, 0	46	7	
22	20 45, 2	43	5	
23	21 45, 4	40	4	
24	22 45, 5	36	3	
25	23 45, 7	74 34 33	22 32 2	$-1'53,''9$
26	24 45, 9	30	1	
27	25 46, 0	26	0	
28	26 46, 2	23	22 31 59	
29	27 46, 4	20	57	
30	28 46, 5	74 34 16	22 31 56	
31	29 46, 7	13	55	
32	30 46, 9	10	54	
33	31 47, 0	6	53	
34	32 47, 2	3	52	
35	33 47, 4	74 34 0	22 31 51	
36	34 47, 5	33 56	50	
37	35 47, 7	53	48	
38	36 47, 9	50	47	
39	37 48, 0	46	46	
40	38 48, 2	74 33 43	22 31 45	$-1'53,''8$

$\log m = 8{,}844425\,n.$

t r i t t

Für das Conjunctions-Dreieck.

Jun. 5. Mittl. Pariser Zeit	♈ ♀ - ♈ ☉ A	Decl. ♀ - Decl. ☉ D	*log. cos* Δ
$14^h 10'$	+ 16' 29,"60	− 5' 54,"62	9,965215—0,8*vπ* Einheiten der 6ten Decimale
11	+ 16 25, 41	− 5 55, 63	
12	+ 16 21, 21	− 5 56, 65	
13	+ 16 17, 02	− 5 57, 66	
14	+ 16 12, 82	− 5 58, 67	
15	+ 16 8, 63	− 5 59, 68	
16	+ 16 4, 44	− 6 0, 70	
17	+ 16 0, 25	− 6 1, 71	
18	+ 15 56, 05	− 6 2, 72	
19	+ 15 51, 86	− 6 3, 73	
20	+ 15 47, 67	− 6 4, 75	
21	+ 15 43, 48	− 6 5, 76	
22	+ 15 39, 28	− 6 6, 77	
23	+ 15 35, 09	− 6 7, 78	
24	+ 15 30, 89	− 6 8, 80	
25	+ 15 26, 70	− 6 9, 81	9,965218—0,8*vπ*
26	+ 15 22, 51	− 6 10, 82	
27	+ 15 18, 31	− 6 11, 84	
28	+ 15 14, 12	− 6 12, 85	
29	+ 15 9, 92	− 6 13, 86	
30	+ 15 5, 73	− 6 14, 87	
31	+ 15 1, 54	− 6 15, 89	
32	+ 14 57, 34	− 6 16, 90	
33	+ 14 53, 15	− 6 17, 91	
34	+ 14 48, 95	− 6 18, 92	
35	+ 14 44, 76	− 6 19, 94	
36	+ 14 40, 57	− 6 20, 95	
37	+ 14 36, 37	− 6 21, 96	
38	+ 14 32, 18	− 6 22, 97	
39	+ 14 27, 98	− 6 23, 99	
40	+ 14 23, 79	− 6 25, 00	9,965221—0,8*vπ*

lg. n = 8,227387*n*.

A u s-

Für die Berechnung der Parallaxe.

Jun. 5. Mittl. Pariser Zeit	Sternzeit zu Paris	α	δ	Zeit-Gleichung
20h20'	1h19' 44,"0	74°15' 6"	22°25' 11"	— 1'51,"2
21	20 44, 2	15 3	10	
22	21 44, 3	14 59	9	
23	22 44, 5	56	8	
24	23 44, 7	53	6	
25	24 44, 8	74 14 50	22 25 5	
26	25 45, 0	46	4	
27	26 45, 1	43	3	
28	27 45, 3	40	2	
29	28 45, 5	37	1	
30	29 45, 6	74 14 33	22 25 0	
31	30 45, 8	30	24 59	
32	31 46, 0	27	57	
33	32 46, 1	24	56	
34	33 46, 3	20	55	
35	34 46, 5	74 14 17	22 24 54	— 1'51,"1
36	35 46, 6	14	53	
37	36 46, 8	10	52	
38	37 46, 9	7	51	
39	38 47, 1	4	49	
40	39 47, 3	74 14 1	22 24 48	
41	40 47, 4	13 57	47	
42	41 47, 6	54	46	
43	42 47, 8	51	45	
44	43 47, 9	48	44	
45	44 48, 1	74 13 44	22 24 43	
46	45 48, 3	41	42	
47	46 48, 4	38	40	
48	47 48, 6	35	39	
49	48 48, 8	31	38	
50	49 48, 9	74 13 28	22 24 37	— 1'51,"0

log m = 8,844270 n.

t r i t t.

Für das Conjunctions-Dreieck.

Jun. 5. Mittl. Pariser Zeit	♆ ♀ - ♆ ☉ *A*	Decl. ♀ - Decl. ☉ *D*	*log. cos* Δ
20h 20′	— 9′ 21,″79	— 12′ 8,″88	9,965295—0,8*vπ* Einheiten der 6ten Decimale
21	— 9 25, 98	— 12 9, 89	
22	— 9 30, 17	— 12 10, 90	
23	— 9 34, 37	— 12 11, 91	
24	— 9 38, 56	— 12 12, 92	
25	— 9 42, 75	— 12 13, 93	
26	— 9 46, 94	— 12 14, 94	
27	— 9 51, 13	— 12 15, 95	
28	— 9 55, 33	— 12 16, 96	
29	— 9 59, 52	— 12 17, 97	
30	— 10 3, 71	— 12 18, 98	
31	— 10 7, 90	— 12 19, 99	
32	— 10 12, 09	— 12 21, 00	
33	— 10 16, 29	— 12 22, 01	
34	— 10 20, 48	— 12 23, 02	
35	— 10 24, 67	— 12 24, 03	0,965299—0,8*vπ*
36	— 10 28, 86	— 12 25, 04	
37	— 10 33, 05	— 12 26, 05	
38	— 10 37, 25	— 12 27, 06	
39	— 10 41, 44	— 12 28, 07	
40	— 10 45, 63	— 12 29, 08	
41	— 10 49, 82	— 12 30, 09	
42	— 10 54, 01	— 12 31, 10	
43	— 10 58, 21	— 12 32, 11	
44	— 11 2, 40	— 12 33, 12	
45	— 11 6, 59	— 12 34, 13	
46	— 11 10, 78	— 12 35, 14	
47	— 11 14, 97	— 12 36, 15	
48	— 11 19, 17	— 12 37, 16	
49	— 11 23, 36	— 12 38, 17	
50	— 11 27, 55	— 12 39, 18	9,965302—0,8*vπ*

lg n = 8,226170*n*.

Als Beispiel der Berechnung möge die innere Berührung beim Austritt auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung dienen. Mason beobachtete sie um $21^h\ 38'\ 3,''3$ M.Z., Dixon $4''$ früher.

	$21^h\ 38'\ 0''$ M.Z. d. Cap.	
	$1\quad 4\quad 20$	
	$20^h\ 33'\ 40''$ M.Z. z. Paris =	$1^h 33' 26,''2$ Stzt.
		$1\quad 4\quad 20$
		$2\quad 37\quad 46,\ 2$
Polhöhe	$-33°\ 55'\ 40''$	$39° 26' 33'' = \vartheta$
	$10\quad 31$	$74\quad 14\quad 21 = \alpha$
	$-33\quad 45\quad 9 = \varphi$	$34° 47' 48'' = \alpha - \vartheta$.

$lg\ \varrho$	9,99955	$lg\ tg\ \varphi$	9,82493n	$lg\ \varrho$	9,99955
$lg\ cos\ \varphi$	9,91984	$lg\ cos\ \alpha-\vartheta$	9,91444	$lg\ sin\ \varphi$	9,74477n
$lg\ sin\ \alpha-\vartheta$	9,75638	$lg\ tg\ \psi$	9,91049n	$Cpl\ lg\ sin\ \psi$	0,19985n
$Cpl\ lg\ cos\ \delta$	0,03412	ψ	$-39°\ 8'\ 14''$	$lg\ sin\ \delta-\psi$	9,94411
$lg\ 21,''177$	1,32587	δ	$22\quad 24\quad 55$	$lg\ 21,''177$	1,32587
	1,03576	$\delta-\psi$	$61\quad 33\quad 9$		1,21415
	$+\ 10,''86$	Par. in AR.		Parall. in Decl.	$+16,''37$
	$-\ 10\ 19,\ 08$	.. A.		D.	$-\ 12\quad 22,\ 68$
	$-\ 608,''22$	.. A'		D' ..	$-\ 726,''31$
$lg\ A'$	2,784060n			$lg\ 0,00163$ ..	7,21235
$lg\ cos\ \Delta'$	9,965286			$lg\ v\pi$ ...	1,21415
	2,749346n			$lg\ cotg\ \delta-\psi$	9,73381
$lg\ D'$	2,861122n				8,16031
	9,898259			$R'-r'$ ..	$917,''814$
$lg\ S$	2,962863			S ..	918, 043
$S =$	918,043			$(R'-r')-S$.	$-\ 0,\ 23$

$lg\ A' cos\ \Delta'^2 =$	2,71463n	$lg\ D' =$	2,86112n
$lg\ m$	8,84427n	$lg\ n =$	8,22617n
$m A' cos\ \Delta'^2$	+ 36,2158	$lg\ S$	2,96286
$n D'$ ..	+ 12,2261	$lg\ -0,23$	9,36173n
	+ 48,4419	$Compl$	8,31478
	1,68522		0,63937n
		$dT =$	$-\ 4,''4$.

Oder Zeit der Berührung $21^h\ 37'\ 55,''6$.

Wiederholt man, mehr zur Prüfung als um ein genaueres Resultat zu erhalten, hiermit die Rechnung, so findet sich

$$lg\ S = lg\ R' - r' = 2{,}96275$$

lg Par. in Æ	1,03596	lg Parall. in Decl.	1,21412
$lg.\ \pi$	0,93247		0,93247
$lg\ \mu$	0,10349	$lg\ \nu$	0,28165
$lg\ A' \cos \Delta'^2$	2,71441n	$lg D'$	2,86108n
$lg \frac{1}{mA' \cos \Delta'^2 + nD'}$	8,31495		8,31495
	1,13285n		1,45768n
	— 13,5784		— 28,6867

woraus die Bedingungsgleichung für Mason's Beobachtung:

$$0 = -7{,}''7 + 10{,}6995\ d\,Æ♀ + 14{,}9979\ d\,\text{Decl.}\ ♀ + 42{,}2651\ d\,\pi + 18{,}9539\ d\,(R-r)$$

23.

In der folgenden Uebersicht sind alle Beobachtungen der Berührungen enthalten, die ich auffinden konnte. Von den vier Momenten beim Ein- und Austritt kann das erste, die äufsere Berührung beim Eintritt, mit so weniger Sicherheit bemerkt werden, dafs es füglich ausgelassen werden konnte, obgleich Hirst in Madras eine Art Nebel 2 bis 3" vor der äufsern Berührung gesehen, und dadurch sie genau beobachtet haben wollte; drei Beobachter sollten darin übereingestimmt haben. Indessen zeigt die Rechnung, dafs hier, sey es durch den Zustand der Atmosphäre, oder durch Schuld des Fernrohrs, eine Täuschung statt gefunden; denn wenn die innere Berührung richtig angemerkt ist, so hätte die äufsere um 1' 18" früher gesehen werden sollen, als Hirst sie ansetzt. Alle andern Beobachter legen keinen Werth auf ihre Zeitangabe des ersten Momentes.

Der Bequemlichkeit wegen, sind die Beobachtungen in mittl. Zeit angesetzt, die, wo es geschehen konnte, aus den Sonnenhöhen unmittelbar genommen ist. Daher manchmal kleine Abweichungen von den Angaben des Astronomen selbst.

Beobachtungen des

Eintritt.

Nr.	Orte	Beobachter	Stärke des Fernrohrs	Innere Berührung
				h ' "
1	Vorgeb.d.g.H.	Mason	2füs.Sp.T.	. . .
2	—	Dixon	—	. . .
3	Rodrigues	Pingré	18 füfs.	. . .
4	Isle de France	de Selingny	8 –	. . .
5	Tranquebar	Coeurdoux	. .	19 44 58,2
6	Madras	nach d.Jesuiten	. .	19 43 19,2
7	—	Hirst	2füs.Sp.T.	19 46 1,2
8	Grand Mount	Duchoiselle	. .	19 45 16,2
9	Calcutta	Magee	. .	20 19 4,2
10	Pekin	Dollier	. .	22 8 33,0
11	Selengisk	Rumovsky	15 füfs.	. . .
12	Tobolsk	Chappe	19 –	18 58 36,3
13	St. Johns	Winthrop	. .	. . .
14	Petersburg	Braun	8 –	16 24 26,2
15	—	Krasilnikow	6 –	16 24 45,2
16	—	Kurganof	2½ f. Sp. T.	16 24 47,2
17	Stockholm	Wargentin	19 füfs.	15 37 29,2
18	—	Klingenstierna	10f. Achr.	15 37 35,2
19	Upsala	Mallet	1½ f. Sp. T.	15 36 2,2
20	—	Strömer	20 füfs.	15 36 11,2
21	—	Melander	16 –	15 36 8,2
22	—	Bergmann	21 –	15 35 49,2
23	Abo	Justander	20 –	15 53 56,2
24	Tornea	Hellant	20 –	16 2 5,2
25	—	Lagerbohm	32 –	16 2 7,2
26	Cajaneborg	Planmann	21 –	16 16 11,2
27	Hernosand	Gisler	21 –	15 36 32,2
28	—	Strom	20 –	15 36 41,2
29	Calmar	Wikström	21 –	15 31 7,2
30	Carlscrona	Bergström	3 f.Sp.T.	. . .



Venusdurchganges 1761.

Austritt.

Innere Berührung	Aeußere Berührung	Verw. der ♀ am ⊙ R.	Bemerkungen.
h ′ ″	h ′ ″	′ ″	
21 38 3,3	21 55 34,6	17 31, 3	sehr heiter.
21 37 59,3	21 55 32,6	17 33, 3	id.
0 34 57,9	. . .	. .	gleich nachher Wolken.
0 14 36,9	0 27 10,9	12 34, 0	
1 38 33,9	1 54 43,0	16 9, 1	
1 35 9,8	1 51 15,9	16 6, 1	
1 37 46,8	1 53 53,0	16 6, 2	sehr heiter.
1 35 38,8	, . .	. .	
2 9 42,8	2 25 47,0	16 4, 2	
3 58 8,1	4 16 6,2	17 58, 1	
3 19 44,1	3 37 49,8	18 5, 7	Sturm und Wolken.
0 47 31,9	1 5 50,8	18 18, 9	sehr heiter.
16 45 29,8	17 3 58,0	18 28, 1	
22 17 6,8	22 35 13,0	18 6, 2	etwas nebelig.
22 17 12,8	22 35 9,0	17 56, 2	—
22 17 9,8	22 35 11,0	18 1, 2	—
21 28 16,8	21 46 18,0	18 1, 2	heiter.
21 28 19,8	21 46 17,0	17 57, 2	—
21 26 11,8	21 44 38,0	18 26, 2	anfangs wallend, dann
21 26 15,8	21 44 22,0	18 6, 2	heiter.
. . .	21 44 38,0	. .	—
21 26 17,8	21 44 39,0	18 21, 2	—
21 45 7,8	22 2 51,0	17 43, 2	
21 52 16,8	22 10 31,0	18 14, 2	heiter.
21 52 30,8	22 10 23,0	17 52, 2	—
22 6 7,8	22 24 31,0	18 23, 2	anfangs Wolk. dann heit.
21 27 28,8	21 44 44,0	17 15, 2	
. . .	21 44 56,0	. .	
21 21 48,8	21 39 24,0	17 35, 2	
21 18 8,8	21 37 25,0	19 16, 2	Nebel.

No.	Orte	Beobachter	Stärke des Fernrohrs
31	Carlscrona	Zegollström	21 füſs.
32	Landscrona	Brehmer	10 –
33	—	Dehn	6 –
34	—	Landberg	21 –
35	Lund	Schenmark	21 –
36	—	Burmester	16 zoll. Sp. Tel.
37	Drontheim	Bugge	8 füſs.
38	Copenhagen	Horrebow	22 –
39	London, Sav. hous.	Short	2fs. Sp. Tel. 140m.
40	—	Blair	1½f. – – 35m.
41	London, Spitalsq.	Canton	1½füſs.Sp.Tel. 55m.
42	Greenwich	Bliſs	15füſs. Fernr. 55 m.
43	—	Green	2 – Sp.Tel. 120m.
44	—	Bird	1½ – – 55 m.
45	Hakney	Ellicot u. Doll.	2 – – 100 m.
46	Clerkenwellclose	Heberden	2 – – 55 m.
47	Shirburn	Hornsby	12füſs. 68 m.
48	—	Phelps	14 – 55 m.
49	Leskeard	Haydon	. . . . .
50	Chelsea	Dunn	6füſs.Sp.Tel. 220m.
51	Paris, Observ. roy.	Maraldi	15 füſs.
52	—	Belleri	6 –
53	—	Rizzi Zannoni	3½ – Quadr.
54	Paris, Hot. d. Clug.	Messier	SP. Tel. 120m.
55	—	Bandouin	25 füſs.
56	—	Libour	4½ füſs. Sp. Tel.
57	Paris, Luxemb.	Lalande	18 –
58	Paris, Coll. L. l. gr.	Merville	6 füſs. Sp. Tel.
59	—	Clouet	2⅔ – –
60	Paris, Ecol. milit.	Jeaurat	18 füſs.

Venusdurchganges 1761.

Austritt.

Innere Berührung	Aeufsere Berührung	Verweil. ♀ am ⊙R.	Bemerkungen.
h ′ ″	h ′ ″	′ ″	
21 18 14,8	21 37 30,0	19 15,2	
21 7 29,8	21 25 32,0	18 2,2	Wolk. b. d. inn. Berühr.
21 7 32,8	. . .	. .	
21 7 56,8	. . .	. .	
. . .	21 27 21,0	. .	
. . .	21 27 25,0	. .	
21 1 35,8	21 18 24,0:	16 48,2	durch Wolken
21 3 44,8:	21 21 12,0	17 27,2	durch Wolken
20 16 30,3	20 35 14,5	18 44,2	heiter
. . .	20 34 21,5	. .	
20 16 49,8	20 35 13,0	18 23,2	
20 17 8,8	20 35 18,0	18 9,2	ziemlich heiter
20 17 8,8	20 35 18,0	18 9,2	– –
20 17 8,8	20 35 17,0	18 8,2	– –
20 16 53,8	20 35 12,0	18 18,2	heiter
20 16 37,8	. . .	. .	heiter
20 13 18,8	. . .	. .	–
20 13 22,8	. . .	. .	–
19 58 30,8	20 16 34,0	18 3,2	–
20 16 10,8	20 34 30,0	18 19,2	–
20 26 50,8	20 45 3,0	18 12,2	sehr heiter
20 26 22,8	20 44 49,0	18 26,2	– –
20 26 44,8	20 45 5,0	18 20,2	– –
20 26 38,8	20 44 46,0	18 7,2	– –
20 26 35,8	20 44 55,0	18 19,2	– –
20 26 39,8	20 44 52,0	18 12,2	– –
20 26 34,8	20 44 59,0	18 24,2	heiter
20 26 48,8	20 45 13,0	18 24,2	–
20 26 34,8	20 45 4,0	18 29,2	–
. . .	20 44 55,0	. .	–

No.	Orte	Beobachter	Stärke des Fernrohrs
61	St. Géneviève	de Barros	. . . . . .
62	La Muette	Ferner	28 Zoll Sp. Tel. 80m.
63	—	Noël	} 4 füſs. Sp. Tel.
64	—	Fouchy	
65	Conflans s. Carr.	la Caille	4½ f. Achromat.
66	—	Bailly	6 füſs.
67	—	Turgot de B.	12 –
68	St. Hubert	le Monnier	18 –
69	—	la Condamine	15 zoll. Sp. Tel.
70	Vincennes	Prolange	19 füſs.
71	Lyon	Beraud	19 –
72	Rouen	Dulague	9 –
73	—	Bouin	16 –
74	Bayeux	Outhier	6 – 50 m.
75	Beziers	de Manse	3½ – Quadr.
76	—	Clauzade	7 füſs.
77	Montpellier	Tandon	18 –
78	—	Romieu	10 –
79	—	de Ratte	14 –
80	Madrid	Benevent	2¾ füſs. Sp. Tel.
81	—	Ximenes	. . . . . .
82	—	Rieger	8 füſs.
83	Lissabon	Ciera	15 Röm. Palmen lg.
84	Porto	Almeida	2 füſs. Sp. Tel.
85	Rom	Audifredi	. . . . . .
86	Bologna	Zanotti	2½ füſs.
87	—	Matheuci	22 –
88	—	Marini	10 –
89	—	Frisi	6 –
90	—	Cassali	8 –

Venusdurchganges 1761.

Austritt.

Innere Berührung	Aeufsere Berührung	Verw. der ♀ am ⊙ R.	Bemerkungen
h ' "	h ' "	' "	
20 26 53, 8	. . .	. .	
20 26 23, 8	20 44 36, 0	18 12, 2	heiter
20 26 21, 8	. . .	. .	
. . .	20 44 35, 0	. .	
20 27 2, 8	20 45 15, 5	18 12, 7	
. . .	20 45 19, 5	. .	
20 27 19, 8	20 44 55, 5	17 35, 7	
20 24 31, 8	20 43 0, 5	18 28, 7	bei der ersten, Wallung
20 24 54, 8	20 43 2, 0	18 7, 2	
20 26 57, 8	20 45 21, 0	18 23, 2	
20 36 52, 8	20 55 5, 0	18 12, 2	
. . .	20 39 41, 0	. .	wegen Nebel ohne Blendglas
. . .	20 39 47, 0	. .	
20 15 13, 8	20 33 24, 0	18 10, 2	ziemlich heiter
20 30 53, 8	. . .	. .	
. . .	20 49 14, 0	. .	
20 33 2, 8	20 50 17, 5	17 14, 7	
20 33 8, 8	20 51 30, 0	18 21, 2	
20 33 22, 8	20 51 30, 0	18 7, 2	
20 5 1, 8	20 22 41, 0	17 39, 2	heiter
20 5 2, 8	20 22 42, 0	17 39, 2	–
20 5 4, 8	22 23 2, 0	17 57, 2	–
19 42 34, 9	20 0 42, 0	18 7, 1	
19 42 13, 8	20 0 48, 0	18 34, 2	
21 7 45, 8	21 26 16, 0	18 30, 2	
21 2 42, 8	21 20 39, 0	17 56, 2	
21 3 6, 8	21 21 16, 0	18 9, 2	
21 3 6, 8	21 21 9, 0	18 2, 2	
21 3 2, 8	21 21 2, 0	17 59, 2	
21 3 8, 8	21 20 59, 0	17 50, 2	

Beobachtungen des

No.	Orte	Beobachter	Stärke des Fernrohrs
91	Bologna	Canterzani	11 füſs.
92	Florenz	Ximenes	$4\frac{1}{3}$ – Sp. Tel.
93	Wien. Sternwarte	Hell	$4\frac{1}{2}$ – –
94	—	Herberth	12 –
95	—	Rain	9 –
96	—	Lysogorski	3 – Sp. Tel.
97	—	Cassini	9 –
98	—	Liesganigg	11 –
99	—	Scherffer	4 – Sp. Tel.
100	—	Steinkellner	16 –
101	—	Mastalier	$5\frac{1}{2}$ –
102	Wien. Vorst. Leop.	Müller	3 –
103	Wetzlas	E. von Schlug	4 – Sp. Tel.
104	München	. . .	$3\frac{1}{2}$ –
105	Ingolstadt	Kratz	7 – Sp. Tel.
106	—	. . .	13 –
107	—	. . .	11 –
108	Dillingen	Hauser	18 –
109	Würzburg	Hubert	$1\frac{1}{2}$ – Sp. Tel.
110	Laibach	Schöttl	16 –
111	Göttingen	Tob. Mayer	6 –
112	Leipzig	Heinsius	Greg. Sp. Tel. 52m.
113	Schwetzingen	Chr. Mayer	10füſs. Achromat.
114	Leyden	Lulofs	7 – Sp. Tel.
115	Tyrnau	Weiſs	4 – –
116	Constantinopel	Porter	$1\frac{1}{2}$füſs. Sp. Tel.
117	Nürnberg	Kordenbusch	Greg. Sp. Tel.
118	Klosterbergen	Silberschlag	. . . .
119	Bayreuth	Gräfenhahn	. . . .
120	Regensburg	. . .	. . . .

Venusdurchganges 1761.

Austritt.

Innere Berührung	Aeufsere Berührung	Verw. der ♀ am ⊙R.	Bemerkungen.
h ′ ″	h ′ ″	′ ″	
21 3 4,8	21 21 8,0	18 3,2	
21 2 36,8	21 21 5,0	18 28,2	
. . .	21 41 19,0	. .	bei der innern Berührung Wolken.
. . .	21 40 53,0	. .	
. . .	21 40 58,0	. .	
. . .	21 41 8,0	. .	
. . .	21 40 58,0	. .	
21 22 38,8:	21 41 0,0	18 22,2	die innere durch Wolk.
. . .	21 40 44,0	. .	
. . .	21 40 23,0	. .	
. . .	21 40 22,0	. .	
. . .	21 41 22,0	. .	
21 18 56,8	21 36 59,0	18 2,2	
21 3 54,8	21 21 57,0	18 2,2	
21 3 8,3	21 21 13,5	18 5,2	ohne Blendglas
21 3 4,8	21 20 31,0	17 26,2	
21 3 5,8	21 20 38,0	17 32,2	
20 58 28,8	21 16 29,0	18 0,2	
20 59 20,8	21 16 58,0	17 37,2	
21 16 23,8	21 34 29,0	18 5,2	
20 56 34,8	21 15 3,0	18 28,2	
21 6 15,8	. . .	. .	zuletzt Wolken
20 51 43,8	. . .	. .	
20 34 58,8	. . .	. .	ohne Blendglas
21 27 17,8	21 45 45,0	18 27,2	
22 13 8,8	22 30 29,0	17 20,2	
20 57 8,8	21 16 9,0	19 0,2	
21 3 42,8	21 19 40,0	15 57,2	
21 3 30,8	21 20 49,0	17 18,2	
20 54 32,8	21 12 28,0	17 55,2	

Die Beobachtungen in Frankfurt an der Oder, und in Pommern ohne Angabe des Ortes, sind zu roh, um hier aufgeführt zu werden. Eben so schien auch die Aufführung mikrometrischer Messungen, da sie später nicht benutzt werden, unnöthig.

24.

In die Bedingungsgleichungen können nur die Correctionen derjenigen Elemente aufgenommen werden, welche allen Beobachtungen gemeinschaftlich zum Grunde liegen, oder der oben angegebenen: Æ der ♀ und Declination, Parallaxe, Halbmesser der Sonne und Venus. Die Wirkung der übrigen, des Zustandes der Atmosphäre, der Güte des Fernrohrs, der Aufmerksamkeit des Beobachters, der Sicherheit, mit welcher die Zeit und Länge bestimmt ist, läſst sich nur im Allgemeinen schätzen, und um sie einigermaſsen in Rechnung bringen zu können, bleibt nur das einzige Mittel übrig, die Beobachtungen in Classen zu theilen, um die Güte der bessern unter ihnen, nicht zu sehr durch schlechteren Zusatz zu verringern.

Meistentheils sind von den Beobachtern selbst die Mittel angegeben, deren sie sich für die Zeitbestimmung bedient haben, hin und wieder auch die Durchgänge der Sonne durch den Meridian, und die correspondirenden Sonnenhöhen. Wenn schon gegen die richtige Lage mancher Mittagslinie selbst in neuern Zeiten Zweifel erhoben sind, so wird man, sobald nicht bekannte Astronomen die Genauigkeit verbürgen, gegen solche Zeitangaben, die auf einem bloſsen Gnomon beruhen, einen gerechten Verdacht

hegen können. Ganz ausgeschlossen zu werden verdienen aber gewiſs die noch roheren Methoden, durch Aufgänge der Sonne, Sonnenuhren, oder solche Angaben, die durch die runden Minuten (die Reduction auf mittlere Zeit hat allein überall Zehntheile der Secunde hervorgebracht) ihre Unzuverlässigkeit hinreichend kund geben; dahin gehören Tranquebar, Grand Mount, Calcutta, Frankfurt a. d. Oder, Regensburg, Nürnberg, Bayreuth, Klosterbergen.

Eine Berüksichtigung der Güte des Fernrohrs, die so sehr mit der Gesichtsschärfe und Aufmerksamkeit des Astronomen zusammenhängt, wird sich schwerlich mit Erfolg anwenden lassen. Selbst bei den bessern Astronomen, wie in und bei Paris, finden sich für die innere und äuſsere Berührung Unterschiede von 28"; bei Upsala geben gleiche Fernröhre 17 und 22" Differenz, während Tob. Mayer nur mit einem 6 füſsigen gewöhnlichen Rohre die Beobachtung so genau machte, wie Andere mit einem dreifach gröſseren.

Ueberhaupt scheint die gröſsere Uebereinstimmung mehrerer Beobachter desselben Ortes nicht immer einen sichern Prüfstein abzugeben, und noch weniger möchte es gerathen seyn, unter den verschiedenen Astronomen eine bestimmte Angabe, wenn auch nach einem gewissen Principe, heraus zu wählen. Hell stellt beim Durchgange von 1769 als ein solches allgemeines die Vorschrift auf: bei der innern Berührung müsse man die Angabe desjenigen Beobachters ausschlieſslich wählen, der den Lichtfaden zuerst erscheinen, oder zuletzt verschwinden sah, weil kein Astronom wissentlich täuschen werde

durch die Behauptung, er habe etwas gesehen, was noch nicht existirte, oder schon vorbei war. Einestheils setzt dieses aber voraus, dafs an allen Orten gleich viele Beobachter vertheilt gewesen, und überall die Umstände dieselben. Wenn an wichtigeren Orten, wie hier bei Selengisk, Tobolsk, Rodrigues, nur ein Astronom beobachtet hat, und es doch überhaupt möglich ist, über die Erscheinung des Lichtfadens zweifelhaft zu seyn (man wird doch nicht so viele Astronomen der Unaufmerksamkeit beschuldigen wollen), so ist kein Grund vorhanden, die einzelne Beobachtung der besten von Mehreren gleichzustellen. Ueberdem läfst es sich nicht erweisen, dafs Alle genau das Moment des Lichtfadens bei der innern Berührung angegeben. Den meisten, und selbst den vorzüglichsten, die seiner erwähnen, war die Erscheinung etwas neues Unerwartetes. Gestand doch selbst beim Durchgang von 1769 Lexell, dafs alle damaligen Petersburger Beobachter beim Austritt nicht diesen Augenblick angemerkt, sondern den spätern, wo Venus und Sonne zusammengeflossen. Gewifs wird man um so weniger im Jahre 1761 eine vollkommene Gleichheit, bei grofsentheils minder geübten Astronomen, voraussetzen dürfen. Nur hin und wieder habe ich mir deswegen erlaubt, Beobachtnngen wegzulassen, wo entweder absichtlich mit schwächern Fernröhren Versuche angestellt wurden, um zu sehen, wie grofs der Unterschied sey, so in Bologna und Ingolstadt, oder wo unter mehreren eine fehlerhaft schien, wie bei Montpellier, oder wo bei sehr vielen an einem Orte versammelten Astronomen, ich das Gewicht der Bestimmung nicht zu sehr vermehren wollte, wie

bei Wien und Bologna, zum Theil auch bei Petersburg.

Weit mehr kommt auf die Wahrheit der Beobachtung an. Gesetzt auch, daſs die bei Sonnenfinsternissen schon dann und wann geäuſserte Vermuthung: als seyen die Momente, welche unsicher wahrzunehmen sind, nur geschätzt, und nachher um einige Secunden ohne bestimmte Andeutung corrigirt, bei dem Venusdurchgange keinen Grund hat; andere unbedeutende Umstände können auf das richtige Urtheil des Astronomen ihren Einfluſs äuſsern. Ein Beispiel davon findet sich bei Greenwich, wo es allerdings auffallend ist, daſs drei Beobachter ganz vollkommen übereinstimmen. Green, Bird und Bliſs*) hatten jeder eine Secundenuhr in der Hand, um sie in dem Augenblick der Berührung einzuhalten. Bei der innern Berührung rief Green, als er sie gebildet glaubte, überlaut: jetzt! und in dem Augenblick hielten alle ihre Uhren inne. Der ehrwürdige Bradlei, dem seine Krankheit nicht erlaubte, zu beobachten, der aber doch sich nicht abhalten lieſs, gegenwärtig zu seyn, verwies ihm diese Unvorsichtigkeit, und verbot, es bei der äuſsern Berührung zu wiederholen. Da aber bei der äuſsern alle drei an demselben Fenster derselben Stube standen, so muſste das Hemmen einer Uhr die andern

*) Short Ph. Tr. 1763 p. 328 erzählt diese Anecdote, die um so zuverlässiger scheint, da ihr nicht widersprochen wurde. Hornsby, dem die Uebereinstimmung aufgefallen war, hatte auf einer Reise nach Greenwich Ende 1762 sich nach den nähern Umständen erkundigt, und sie an Short mitgetheilt.

beiden Beobachter aufmerksam machen, und wirklich scheint auch **Bird** zuerst, und gleich darauf die beiden andern, ihre Uhren angehalten zu haben.

Etwas Aehnliches hat vielleicht noch außerdem hin und wieder bei der äußern Berührung statt gefunden. Schon vor dem Durchgange war häufig erinnert worden, daß die letzte äußere Berührung sich eigentlich nicht beobachten lasse; je besser das Fernrohr, je aufmerksamer der Astronom, desto später werde er sie sehen, der Durchmesser der Venus aber immer doch zu klein erhalten werden. **Short** erzählt aufrichtig bei seiner Beobachtung, daß er sich hauptsächlich bemüht, die Venus so lange als möglich zu verfolgen, und daß, wenn ein Fehler vorhanden, der Austritt gewiß zu spät angesetzt sey. **Hell** erwähnt bei seinem Zeitmomente nichts darüber, aber da in Vergleich mit allen andern Beobachtern er den Austritt eben so viel später als **Short** angiebt, so kann man vermuthen, daß er auch darauf sein Augenmerk gerichtet. Umstände dieser Art lassen sich nicht in Rechnung bringen. Sie gehören zu den Fehlern, von denen man hoffen muß, daß sie bei einer großen Menge von Bedingungsgleichungen sich gegenseitig aufheben werden.

Ueberhaupt habe ich deswegen die Berührungen als reine Distanzmessungen angesehen, welche nur in sofern einen Vorzug vor den übrigen haben, als das von der Natur selbst gegebene Instrument, die langsame scheinbare Bewegung der Venus, weit genauer als jedes künstliche Werkzeug ist. Ganz ohne künstliche Hülfe können wir dasselbe nicht gebrauchen; die Verschiedenheit der Gesichtsschärfe des bewaffneten oder unbewaffneten Auges muß einige

Fehler hervorbringen, und in sofern wird der im Mittel aus allen Beobachtungen gefundene Zeitpunct der Berührung nicht der absolut richtige, sondern der seyn, wie ihn ein mittleres Auge sehen würde. Für die Parallaxe, die nicht aus den unmittelbaren Beobachtungen, sondern nur aus ihren Unterschieden gefunden wird, heben sich indessen die einzelnen Abweichungen ziemlich auf, sobald die innere Güte der einzelnen Angaben gehörig berüksichtigt wird.

Die meisten früheren Berechner haben sich bloſs an die innern Berührungen gehalten, die äuſsern schienen ihnen, der verschiedenen Wirkung der Fernröhre wegen, weit unzuverlässiger. Da es hierbei auf eine optische Erscheinung ankommt, so setze ich eine der deutlichsten Beschreibungen, wie sie von Wargentin, seinem gewöhnlichen Fernrohr zufolge, gegeben ist, hierher.

Eine Minute vor dem Zeitpuncte der ersten innern Berührung, schien es Wargentin, als befinde sich Venus völlig in der Sonne. Er sah ihre ganze Rundung deutlich, obwohl mit einem schwächeren Scheine an der äuſseren Seite, wo Venus zuletzt eintrat. Anfangs glaubte er, dieser Schein sey nichts anders als der Glanz der Sonne, welche den Planeten von allen Seiten umgäbe; weil aber der Glanz nicht seinem Erwarten gemäſs schnell genug zunahm, sondern fast eine ganze Minute gleich schwach blieb, so gab er genau Achtung, bis er einen andern stärkern und lebhaftern Glanz bemerkte, welcher den dunkeln Planeten plötzlich umringte. Die spitzigen gegeneinander gewandten Hörner der Sonne, die zuvor die Venus an der äuſsern Seite

umfaſst hatten, gingen da völlig zusammen, und schlossen sie gänzlich ein.

Als sich die Venus dem Austritte näherte, sah Wargentin, daſs Venus eine Oeffnung im Sonnenrande machte, indem ein zarter Lichtfaden, der zuvor den äuſsern dem Austritte sich nähernden Rand der Venus umgeben hatte, im Augenblick in der Mitte zerriſs, und seine Enden sich merklich von einander zogen. Dieses nun mangelnde Licht war nicht der fremde Glanz, der vor dem gänzlichen Eintritte sich gewiesen hatte, und auch nachgehends während des Austrittes bemerkt ward, sondern das eigne directe Licht der Sonne; sonst hätte es nicht so schnell und deutlich verschwinden können. Mit einem stärkeren Fernrohre sah Klingenstierna den Lichtfaden drei Secunden später bersten.

Jetzt lieſs Wargentin sein Auge ruhen, bis Venus ungefähr bis auf ein Viertheil ausgetreten war, und da kam es ihm vor, als sähe er einen matten Glanz, wie beim Eintritt, um den Rand der Venus, der schon aus der Sonne heraus war. Er sah wie ein schmaler Ring auſserhalb der Sonne aus, welcher völlig zu dem Theile der Venus in der Sonne paſste, und ihn gleichsam ergänzte. Der untere und südliche Theil des Ringes schien lichter und deutlicher als der obere. Wargentin war zwar manchmal zweifelhaft, ob er auch etwas Wirkliches ſähe, denn Klingenstierna konnte nichts bemerken, und bei längerer Betrachtung ward auch Wargentin der Ring schwächer; immer aber, wenn er das Auge hatte ruhen lassen, sah er ihn wieder ganz deutlich; er schien ihm von der Venus-Atmosphäre herzurühren. Als sich der gänzliche Austritt näherte, hatte Wargen-

tin 10 bis 12 Secunden lang ein Merkmal von der Venus am äußersten Sonnenrande, wie einen schwarzen Punct, dessen Verschwinden man jeden Augenblick erwartet, bis er den letzten Blick sah.

Etwas verschieden davon ist die Beschreibung der Erscheinung in Upsala. Auch hier hatte Venus einen Schein um sich, als sie noch erst zu drei Viertheilen in der Sonne war. Sie schien darauf ganz und völlig einzutreten, und hatte eine gleiche Rundung, ausgenommen wo sie dem Sonnenrande am nächsten war. Da schien die schwarze Venus länglicht, als strecke sich eine Erhöhung wie ein Wassertropfen bis an den Sonnenrand. Ohne den Rand zu verlassen, ging Venus ein Stück in die Sonne hinein, durch ein schwarzes Band mit ihrem Rande verbunden, das immer schmäler ward, bis es in der Mitte entzwei riſs, das eine Ende sich an den Sonnenrand, das andere in die dunkle Venus zog, die H. Mallet nun um den 6ten bis 8ten Theil ihres Durchmessers innerhalb der Sonne zu stehen schien.

Beim Austritt schien der Rand der Venus um $9^h\ 27'\ 55''$ W. Z. so nahe beim Sonnenrande, daſs die Berührung geschehen wäre, wofern nicht der Sonnenrand ausgebogen gewesen, und eine Erhöhung an der Grenze der Sonne gemacht hätte. Dieses währte einige Secunden; aber der Schein nahm dergestalt nach und nach ab, daſs Mallet nicht genau den Augenblick bemerken konnte, da sich der Sonnenrand öffnete, sondern dieses nur innerhalb zwei Secunden zu bestimmen im Stande war. Um $9^h\ 28'\ 1''$ zeigte sich noch ein ganz schwacher Schein des schmalen Sonnenrandes. Um $9^h\ 28'\ 3''$ war er so stark geöffnet, daſs Mallet sich einbildete, Venus gienge

schon ein kleines Stück ausser dem Sonnenrande heraus. Man sah die Hörner der Sonne zwerchüber, und ein Glanz umgab die Venus, und zeigte ihre runde Gestalt ganz klar.

Als Venus die Sonne verlassen wollte, schien es Mallet, als hienge sie mehr an der Sonne, als ihrer runden Gestalt gemäſs wäre; am Ende bemerkte er aber, daſs sich der runde Rand der Venus in eine Winkelgestalt endigte, die anfangs stumpf war, nachher immer spitziger ward; um 46′ 23″ ward er gröſser wie ein rechter, um 29″ ganz spitzig wie eine Degenspitze, und verlieſs die Sonne in einem Augenblick.

Aus diesen und ähnlichen Erzählungen läſst sich schlieſsen, daſs bei der innern Berührung optische Erscheinungen statt finden, die, wenn sie auch auf das Moment des erscheinenden oder verschwindenden Lichtfadens keinen Einfluſs haben, doch sehr leicht Astronomen, welche nicht auf den angegebenen Zeitpunct die gröſste Aufmerksamkeit richten, um eben so viele Secunden zweifelhaft lassen können, als bei der äuſsern Berührung. Einige geben auch wirklich die letztere als die sicherste an. Wenigstens kann man nicht unbedingt der erstern den Vorzug einräumen. Sollte es denn überhaupt so groſse Schwierigkeiten haben, einem Punct, den wir langsam austreten sehen, ruhig nachzufolgen, bis er verschwindet, besonders da die vollkommene Wiederherstellung der Sonnen-Ründung diese Wahrnehmung in einem nicht allzuschwachen Fernrohre bedeutend erleichtern muſs? Bestätigt scheint die Vermuthung der gleichen Genauigkeit beider Berührungen dadurch zu werden, daſs unter mehre-

ren Beobachtern eines Ortes die Unterschiede beider ziemlich gleich sind, wenigstens nicht nachtheilig für den gänzlichen Austritt. Denn die übergroſse Differenz von 53" bei London Savilehouse, muſs wohl gröſstentheils auf die sehr schwache Vergröſserung des einen Fernrohrs und die Bemühung von Short geschoben werden, den Austritt möglichst spät anzugeben. Im Folgenden habe ich für das beste gehalten, innere und äuſsere Berührungen in Bezug auf die Parallaxe besonders zu behandeln. Erst, als auch hier sich ergab, daſs überall der wahrscheinliche Fehler nahe gleich sey, wurden sie zusammen verbunden.

Endlich kann auch noch die Vergleichung der Zeiten, die der Durchmesser der Venus gebrauchte, um am Sonnenrande durchzugehen, ein Merkmal der innern Güte der Beobachtungen seyn. Wo, ohne daſs der ungünstige Zustand der Atmosphäre als Ursache ausdrücklich bemerkt ist, in einer der beiden Berührungen um mehr als eine Minute gefehlt ist, da läſst sich keine Genauigkeit bei einer von ihnen erwarten. So wie überhaupt es sich wohl annehmen läſst, daſs die Elemente genau genug sind, um jede Beobachtung auszuschlieſsen, die über eine Minute abweicht. Bei allen solchen blieb es unentschieden, ob der Fehler an der Zeitbestimmung, oder der Beobachtung selbst lag. Längen, die so viel ungewiſs sind, durften überdem nicht berücksichtigt werden.

Nach dem Bisherigen wurden ganz ausgeschlossen: Calcutta, Tranquebar, Grand Mount, Regensburg, Frankfurt a. d. O., Klosterbergen, Bayreuth, Nürnberg, Pommern,

wegen durchaus ungenauen Methoden der Zeitbestimmung. In Copenhagen fehlte die Reduction der Uhrzeit auf Sternzeit*). Constantinopel, Isle de France, Würzburg und zwei Beobachtungen von Ingolstadt geben viel zu kleine Verweilungen am Sonnenrande, auch Drontheim gehört hierher. Carlscrona gab eine zu grofse, ein Umstand, den die Beobachter dadurch zu erklären suchten, dafs sie ohne Blendglas die Sonne betrachtet; wenigstens kann in diesem Falle keine Vergleichung mit andern angestellt werden. Bei Calmar war die Länge zu unsicher, bei Madrid, Dillingen, Porto, die Länge nahe genug bekannt, aber der Unterschied stieg gegen alle andern Beobachtungen über eine Minute. St. Johns kann erst durch den Venusdurchgang bestimmt werden.

Bei Petersburg fand ein besonderer Umstand statt. Nach Pingré's Erzählung (Mém. de l'Ac. 761 p. 459) war man dort auf die Ehre der Beobachtung so eifersüchtig, dafs dem geschickten deutschen Beobachter Aepinus die Kenntnifs der Phasen von der Sonnenfinsternifs am 2ten Jun. auf höheren Befehl verboten ward. Drei einheimische Astronomen besorgten die Observation. Alle stimmen bei den drei Momenten sehr nahe überein, aber sonderbarer Weise ist die Zeit der ersten innern Berührung um 2' falsch. Eine falsche Zeitbestimmung kann nicht Schuld seyn, da sonst die andern beiden Momente um eben so viel fehlen müfsten. Eben so wenig läfst sich

*) Lalande hatte sie nicht erhalten. Die Original-Abhandlung von Horrebow fehlte mir bei der allgemeinen Zusammenstellung. Erst später erhielt ich sie durch die Güte des Hrn. Prof. Harding.



in äufsern Umständen ein Grund finden, genügend, um diese gemeinschaftliche starke Abweichung zu erklären. Es sind defshalb nnr von zweien Beobachtern die zwei letzten Momente aufgenommen.

Um das Gewicht einzelner Orte nicht zu sehr zu vermehren, sind bei Wien vier Beobachtungen von weniger bekannten Astronomen, bei Bologna ebenfalls vier, (die Länge bedarf vielleicht einer Bestätigung), bei Montpellier eine weggelassen, bei der die äufsere Berührung, vielleicht nur durch einen Druckfehler, entstellt ist.

Bei zwei Berührungen, der innern zu Cajaneborg, und der äufsern zu Leskeard, sind den eigenen Vermuthungen der Astronomen zufolge die Zeitmomente um eine Minute corrigirt. Bei Madras und Pekin ist nur die Dauer zwischen den beiden innern Berührungen genommen. Die erstere, von Hirst gegebene ist ungefähr das Mittel aus allen Ostindischen.

Alle Beobachtungen, die dann noch übrig blieben, wurden in zwei Classen getheilt, je nachdem die geographische Länge ungewifs war, oder die äufseren Umstände einen geringern Werth vermuthen liefsen. In die erste Classe kamen

7	innere Berührungen	beim	Eintritt
39	–	–	Austritt
44	äufsere	–	Austritt.

In die zweite

2	Verweilungen		
6	innere Berührungen	beim	Eintritt
24	–	–	Austritt
27	äufsere	–	Austritt.

Die einzelnen Bedingungsgleichungen sind folgende:

I. Bedingungsgleichungen

1. Innere Berührungen

No.	Orte	Beobachter	Berechnete Zeit h ′ ″	
1	Stockholm	Wargentin	15 37 34,4	M.Z.
2	—	Klingenstierna	. . .	.
3	Upsala	Mallet	15 35 52,1	.
4	—	Strömer	. . .	.
5	—	Melander	. . .	.
6	—	Bergmann	. . .	.
7	Abo	Justander	15 54 33,9	.

2. Innere Berührungen

No.	Orte	Beobachter	Berechnete Zeit h ′ ″	
8	Vorgebirge d. g. H.	Mason	21 37 55,6	.
9	—	Dixon	. . .	.
10	Petersburg	Krasilnikow	22 16 49,5	.
11	—	Kurganoff	. . .	.
12	Stockholm	Wargentin	21 28 5,5	.
13	—	Klingenstierna	. . .	.
14	Upsala	Mallet	21 26 23,1	.
15	—	Strömer	. . .	.
16	—	Bergmann	. . .	.
17	Abo	Justander	21 44 52,4	.
18	London Sav. house	Short	20 16 27,8	.
19	London Sp. square	Canton	20 16 41,6	.
20	Greenwich	Bliss	20 16 58,7	.
21	—	Green	. . .	.
22	—	Bird	. . .	.
23	Shirburn	Hornsby	20 12 56,8	.
24	—	Phelps	. . .	.
25	Paris, Obs. roy.	Maraldi	20 26 38,1	.
26	—	Belléri	. . .	.
27	—	Rizzi Zannoni	. . .	.
28	Paris, Hotel de	Messier	20 26 40,1	.
29	Clugny	Bandouin	. . .	.



der I[ten] Classe.

bei dem Eintritte.

	d Æ ♀	d Decl. ♀	d π	d(R-r)
+ 5, 2	+16,3750	− 8,5588	+37,4184	−19,6964
− 0, 8	+16,3750	− 8,5588	+37,4184	−19,6964
−10, 1	+16,3754	− 8,5596	+37,1209	−19,6968
−19, 1	+16,3754	− 8,5596	+37,1209	−19,6968
−16, 1	+16,3754	− 8,5596	+37,1209	−19,6968
+ 2, 9	+16,3754	− 8,5596	+37,1209	−19,6968
+37, 7	+16,3742	− 8,5552	+37,5861	−19,6941

bei dem Austritte.

− 7, 7	+10,6995	+14,9979	+42,2651	+18,9539
− 3, 7	+10,6995	+14,9979	+42,2651	+18,9539
−23, 3	+10,4810	+15,9052	−18,5530	+19,5413
−20, 3	+10,4810	+15,9052	−18,5530	+19,5413
−11, 3	+10,4741	+15,9333	−16,4228	+19,5595
−14, 3	+10,4741	+15,9333	−16,4228	+19,5595
+11, 3	+10,4727	+15,9378	−16,7777	+19,5623
+ 7, 3	+10,4727	+15,9378	−16,7777	+19,5623
+ 5, 3	+10,4727	+15,9378	−16,7777	+19,5623
−15, 4	+10,4749	+15,9300	−17,7712	+19,5573
− 2, 5	+10,4739	+15,9333	− 8,6904	+19,5595
− 8, 2	+10,4741	+15,9330	− 8,6982	+19,5591
−10, 1	+10,4741	+15,9326	− 8,6640	+19,5591
−10, 1	+10,4741	+15,9326	− 8,6640	+19,5591
−10, 1	+10,4741	+15,9326	− 8,6640	+19,5591
−22, 0	+10,4729	+15,9374	− 8,7822	+19,5623
−26, 0	+10,4729	+15,9374	− 8,7822	+19,5623
−12, 7	+10,4812	+15,9041	− 6,5472	+19,5409
+15, 3	+10,4812	+15,9041	− 6,5472	+19,5409
− 6, 7	+10,4812	+15,9041	− 6,5472	+19,5409
+ 1, 3	+10,4812	+15,9037	− 6,5583	+19,5404
+ 4, 3	+10,4812	+15,9037	− 6,5583	+19,5404

I. Bedingungsgleichungen

2. Innere Berührungen

No.	Orte	Beobachter	Berechnete Zeit	
			h ′ ″	
30	Paris, Hot. d. Clug.	Libour	20 26 40,1	M.Z.
31	– Luxembourg	Lalande	20 26 38,1	.
32	– Coll. Louis	Merveille	20 26 40,1	.
33	– – le grd.	Clouet	. . .	.
34	Conflans s. Carr.	la Caille	20 26 54,7	.
35	Vincennes	Prolange	20 27 1,9	.
36	Montpellier	Romieu	20 33 24,4	.
37	—	de Ratte	. . .	.
38	Rom	Audiffredi	21 7 52,6	.
39	Bologna	Matheuci	21 3 3,8	.
40	—	Marini	. . .	.
41	Florenz	Ximenes	21 2 48,8	.
42	Ingolstadt	Kratz	21 2 52,0	.
43	Göttingen	Tob. Mayer	20 56 39,1	.
44	Leipzig	Heinsius	21 6 21,4	.
45	Schwetzingen	Chr. Mayer	20 51 28,2	.
46	Tyrnau	Weiſs	21 27 26,7	.

3. Aeuſsere Berührungen

47	Vorgebirge d. g. H.	Mason	21 55 46,5	.
48	—	Dixon	. . .	.
49	Petersburg	Krasilnikow	22 35 12,8	.
50	—	Kurganoff	. . .	.
51	Stockholm	Wargentin	21 46 32,1	.
52	—	Klingenstierna	. . .	.
53	Upsala	Mallet	21 44 49,6	.
54	—	Strömer	. . .	.
55	—	Melander	. . .	.
56	—	Bergmann	. . .	.

der 1ten Classe.

bei dem Austritte.

	d AR ♀	d Decl. ♀	$d\pi$	$d(R-r)$
+ 0, 3	+10,4812	+15,9037	− 6,5583	+19,5404
+ 3, 3	+10,4812	+15,9037	− 6,5637	+19,5404
− 8, 7	+10,4812	+15,9037	− 6,5572	+19,5404
+ 5, 3	+10,4812	+15,9037	− 6,5572	+19,5404
− 8, 1	+10,4814	+15,9037	− 6,5380	+19,5404
+ 4, 1	+10,4814	+15,9037	− 6,5576	+19,5404
+15, 6	+10,4932	+15,8541	− 2,2292	+19,5074
+ 1, 6	+10,4932	+15,8541	− 2,2292	+19,5074
+ 6, 8	+10,5080	+15,8030	− 1,6811	+19,4736
− 3, 0	+10,4985	+15,8318	− 3,6843	+19,4927
− 3, 0	+10,4985	+15,8318	− 3,6843	+19,4927
+12, 0	+10,5000	+15,8252	− 3,0817	+19,4882
−16, 3	+10,4895	+15,8693	− 7,2197	+19,5173
+ 4, 3	+10,4826	+15,8979	− 9,3456	+19,5364
+ 5, 6	+10,4840	+15,8848	− 9,4292	+19,5259
−15, 6	+10,4857	+15,8848	− 7,4480	+19,5277
+ 8, 9	+10,4956	+15,8433	+ 7,6993	+19,5004

bei dem Austritte.

				$d(R+r)$
+11, 9	+10,9469	+13,9710	+39,4682	+18,3248
+13, 9	+10,9469	+13,9710	+39,4682	+18,3248
+ 3, 8	+10,7610	+14,7434	−17,4625	+18,7939
+ 1, 8	+10,7610	+14,7434	−17,4625	+18,7939
+14, 1	+10,7555	+14,7652	−14,9975	+18,8078
+15, 1	+10,7555	+14,7652	−14,9975	+18,8078
+11, 6	+10,7545	+14,7697	−15,3126	+18,8104
+27, 6	+10,7545	+14,7697	−15,3126	+18,8104
+11, 6	+10,7545	+14,7697	−15,3126	+18,8104
+10, 6	+10,7545	+14,7697	−15,3126	+18,8104

I. Bedingungsgleichungen

3. Aeuſsere Berührungen

No.	Orte	Beobachter	Berechnete Zeit h	′	″	
57	Abo	Justander	22	3	18,2	M.Z.
58	London, Savile H.	Short	20	34	57,1	.
59	London, Spit. Sq.	Canton	20	35	10,7	.
60	Greenwich	Bliss	20	35	27,7	.
61	—	Green	.	.	.	.
62	—	Bird	.	.	.	.
63	Paris, Obs. royal.	Maraldi	20	45	5,5	.
64	—	Belléri	.	.	.	.
65	—	Rizzi Zannoni	.	.	.	.
66	Paris, Hot. d. Clug.	Messier	20	45	7,5	.
67	—	Bandouin	.	.	.	.
68	—	Libour	.	.	.	.
69	– Luxemb.	Lalande	20	45	5,5	.
70	– Coll. Louis	Merville	20	45	7,5	.
71	– – le grd.	Clouet	.	.	.	.
72	– Ecole milit.	Jeaurat	20	44	57,5	.
73	Conflans sous Car.	la Caille	20	45	22,1	.
74	—	Bailly	.	.	.	.
75	Vincennes	Prolange	20	45	29,2	.
76	Montpellier	Romieu	20	51	49,4	.
77	—	de Ratte	.	.	.	.
78	Rom	Audiffredi	21	26	13,3	.
79	Bologna	Matheuci	21	21	26,0	.
80	—	Marini	.	.	.	.
81	Florenz	Ximenes	21	21	10,8	.
82	Wien	Hell	21	41	2,3	.
83	—	Cassini	.	.	.	.
84	—	Liesganig	.	.	.	.
85	—	Herbert	.	.	.	.
86	—	Rain	.	.	.	.
87	—	Lysogorski	.	.	.	.
88	Ingolstadt	Kratz	21	21	15,8	.
89	Göttingen	Tob. Mayer	21	15	4,8	.
90	Tyrnau	Weiſs	21	45	48,2	.

der 1ten Classe.

bei dem Austritte.

	dAR♀	d Decl.♀	$d\pi$	$d(R+r)$
+27,2"	+10,7560	+14,7631	—16,4195	+18,8065
—17,4	+10,7563	+14,7624	— 6,9305	+18,8061
— 2,3	+10,7563	+14,7621	— 6,9400	+18,8057
+ 9,7	+10,7565	+14,7614	— 6,9107	+18,8052
+ 9,7	+10,7565	+14,7614	— 6,9107	+18,8052
+10,7	+10,7565	+14,7614	— 6,9107	+18,8052
+ 2,5	+10,7624	+14,7367	— 5,0052	+18,7900
+16,5	+10,7624	+14,7367	— 5,0052	+18,7900
+ 0,5	+10,7624	+14,7367	— 5,0052	+18,7900
+21,5	+10,7624	+14,7367	— 5,0188	+18,7900
+12,5	+10,7624	+14,7367	— 5,0188	+18,7900
+ 5,5	+10,7624	+14,7367	— 5,0188	+18,7900
+ 6,5	+10,7624	+14,7367	— 5,0254	+18,7900
— 5,5	+10,7624	+14,7367	— 5,0168	+18,7980
+ 3,5	+10,7624	+14,7367	— 5,0168	+18,7980
+ 2,5	+10,7624	+14,7367	— 5,0136	+18,7900
+ 6,6	+10,7624	+14,7363	— 5,0016	+18,7896
+ 2,6	+10,7624	+14,7363	— 5,0016	+18,7896
+ 8,2	+10,7624	+14,7363	— 5,0213	+18,7896
+19,4	+10,7728	+14,6937	— 0,9972	+18,7635
+19,4	+10,7728	+14,6937	— 0,9972	+18,7635
— 2,7	+10,7830	+14,6510	— 0,9534	+18,7365
+10,0	+10,7773	+14,6753	— 2,7645	+18,7522
+17,0	+10,7773	+14,6753	— 2,7645	+18,7522
+ 5,8	+10,7785	+14,6700	— 2,1955	+18,7487
—16,7	+10,7738	+14,6890	— 6,4926	+18,7604
+ 4,3	+10,7738	+14,6890	— 6,4926	+18,7604
+ 2,3	+10,7738	+14,6890	— 6,4926	+18,7604
+ 9,3	+10,7738	+14,6890	— 6,4926	+18,7604
+ 4,3	+10,7738	+14,6890	— 6.4926	+18,7604
— 5,7	+10,7738	+14,6890	— 6,4926	+18,7604
+ 2,3	+10,7693	+14,7083	— 6,0852	+18,7725
+ 1,8	+10,7634	+14,7327	— 8,0122	+18,7874
+ 3,2	+10,7745	+14,6866	— 6,8457	+18,7587

II. Bedingungsgleichungen

1. Eintritt. Verweilungen

No.	Orte	Beobachter	Berechnete Zeit h	′	″	
1	Madras	Hirst	5	51	33,5	M.Z.
2	Pekin	Dollier	5	49	45,4	.
3	Tobolsk	Chappe	18	58	31,2	.
4	Tornea	Hellant	16	1	47,5	.
5	—	Lagerbohm	.	.	.	.
6	Cajaneborg	Planmann	16	16	5,0	.
7	Hernosand	Gisler	15	36	36,5	.
8	—	Strom	.	.	.	.

2. Innere Berührungen

No.	Orte	Beobachter	h	′	″	
9	Rodrigues	Pingré	0	34	41,4	.
10	Selengisk	Rumovsky	3	19	31,3	.
11	Tobolsk	Chappe	0	47	34,3	.
12	Tornea	Hellant	21	51	52,5	.
13	—	Lagerbohm	.	.	.	.
14	Cajaneborg	Planmann	22	6	5,4	.
15	Hernosand	Gisler	21	27	0,2	.
16	Hakney	Dollond	20	16	46,8	.
17	Clerkenwellclose	Heberden	20	16	30,8	.
18	Leskeard	Haydon	19	58	29,0	.
19	Chelsea	Dunn	20	16	17,5	.
20	Paris, St.Généviè v.	de Barros	20	26	41,1	.
21	- La Muette	Ferner	20	26	23,6	.
22	—	Noël	.	.	.	.
23	St. Hubert	Le Monnier	20	24	41,5	.
24	—	La Condamine	.	.	.	.
25	Lyon	Béraud	20	36	55,5	.
26	Bayeux	Outhier	20	14	27,4	.
27	Beziers	de Manse	20	30	47,7	.
28	Lissabon	Ciera	19	41	58,4	.
29	Wetzlas	von Schlug	21	18	28,9	.

der II[ten] Classe.

und innere Berührungen.

	dÆ♀	dDecl. ♀	dπ	d(R-r)
−12, 1	− 5,6125	+23,2951	−52,5851	+38,4709
+10, 3	− 5,7221	+23,7509	−58,1931	+38,7663
− 5, 1	+16,3485	− 8,4488	+37,6264	−19,6232
−17, 7	+16,3742	− 8,5556	+35,0741	−19,6941
−19, 7	+16,3742	− 8,5556	+35,0741	−19,6941
− 6, 2	+16,3731	− 8,5512	+36,2751	−19,6914
+ 4, 3	+16,3758	− 8,5613	+35,9059	−19,6982
− 4, 7	+16,3758	− 8,5613	+35,9059	−19,6982

bei dem Austritte.

−16, 5	+10,7080	+14,9624	+20,1754	+18,9317
−12, 8	+10,5222	+15,7337	−35,6276	+19,4282
+ 2, 4	+10,5020	+15,8175	−26,1585	+19,4832
−24, 3	+10,4664	+15,9652	−21,9309	+19,5809
−38, 3	+10,4664	+15,9652	−21,9309	+19,5809
− 2, 4	+10,4690	+15,9537	−21,2255	+19,5777
−28, 6	+10,4681	+15,9574	−18,9033	+19,5759
− 7, 0	+10,4741	+15,9330	− 8,6982	+19,5591
− 7, 0	+10,4739	+15,9333	− 8,6904	+19,5595
− 1, 8	+10,4707	+15,9404	− 7,7000	+19,5636
+ 6, 7	+10,4741	+15,9333	− 8,6639	+19,5595
−12, 7	+10,4812	+15,9037	− 6,5583	+19,5404
− 0, 2	+10,4812	+15,9044	− 6,5540	+19,5409
+ 1, 8	+10,4812	+15,9044	− 6,5540	+19,5409
+ 9, 7	+10,4807	+15,9063	− 6,5600	+19,5417
−13, 3	+10,4807	+15,9063	− 6,5600	+19,5417
+ 2, 7	+10,4895	+15,8689	− 4,1180	+19,5173
−46, 4	+10,4776	+15,9189	− 6,7878	+19,5500
− 6, 1	+10,4954	+15,8548	− 1,9631	+19,5078
−36, 5	+10,4898	+15,8679	+ 2,2649	+19,5164
−27, 9	+10,4932	+15,8533	− 7,5667	+19,5070

II. Bedingungsgleichungen

2. Innere Berührungen

No.	Orte	Beobachter	Berechnete Zeit h ' "	
30	München	. . .	21 3 34,2	M.Z.
31	Laibach	Schöttl	21 16 32,3	.
32	Leyden	Lulofs	20 34 49,5	.

3. Aeufsere Berührungen

No.	Orte	Beobachter	Berechnete Zeit h ' "	
33	Selengisk	Rumovsky	3 37 44,1	.
34	Tobolsk	Chappe	1 5 50,7	.
35	Tornea	Hellant	22 10 20,1	.
36	—	Lagerbohm	. . .	.
37	Cajaneborg	Planmann	22 24 31,5	.
38	Hernosand	Gisler	21 45 27,9	.
39	—	Strom	. . .	.
40	Landscrona	Brehmer	21 26 8,4	.
41	Lund	Schenmark	21 27 36,0	.
42	—	Burmester	. . .	.
43	London, Sav. H.	Blair	20 34 57,1	.
44	Hakney	Dollond	20 35 15,9	.
45	Leskeard	Haydon	20 16 59,3	.
46	Chelsea	Dunn	20 34 46,6	.
47	Paris, la Muette	Ferner	20 44 51,0	.
48	—	Fouchy	. . .	.
49	– St. Hubert	le Monnier	20 43 9,1	.
50	Paris —	La Condamine	. . .	.
51	Lyon	Beraud	20 55 20,7	.
52	Rouen	Dulague	20 40 5,4	.
53	—	Bouin	. . .	.
54	Bayeux	Outhier	20 32 55,8	.
55	Beziers	Clauzade	20 49 12,8	.
56	Lissabon	Ciera	20 0 27,2	.
57	Wetzlas	von Schlug	21 36 51,3	.
58	München	. . .	21 21 57,8	.
59	Laibach	Schöttl	21 34 53,7	.

der II^ten Classe.

bei dem Austritte.

	dAR ♀	dDecl. ♀	dπ	d(R−r)
−20,″6	+10,4910	+15,8632	− 6,7218	+19,5132
+ 8,5	+10,4983	+15,8325	− 5,3896	+19,4932
− 9,3	+10,4768	+15,9221	− 9,4456	+19,5523

bei dem Austritte.

				d(R+r)
− 5,7	+10,7923	+14,6130	−35,8471	+18,7133
− 0,1	+10,7770	+14,6753	−25,9236	+18,7522
−10,9	+10,7485	+14,7945	−20,3361	+18,8261
− 2,9	+10,7485	+14,7945	−20,3361	+18,8261
+ 0,5	+10,7525	+14,7779	−19,7958	+18,8157
+43,9	+10,7503	+14,7867	−17,3039	+18,8213
+31,9	+10,7503	+14,7867	−17,3039	+18,8213
+36,4	+10,7585	+14,7533	−11,5866	+18,8004
+15,0	+10,7588	+14,7523	−11,6342	+18,7996
+11,0	+10,7588	+14,7523	−11,6342	+18,7996
+35,6	+10,7563	+14,7624	− 6,9305	+18,8061
+ 3,9	+10,7563	+14,7621	− 6,9400	+18.8057
+25,3	+10,7545	+14,7693	− 5,7816	+18,8100
+16,6	+10,7563	+14,7621	− 6,9029	+18,8057
+15,0	+10,7624	+14,7370	− 5,0100	+18,7900
+16,0	+10,7624	+14,7370	− 5,0100	+18,7900
+ 8,6	+10,7620	+14,7387	− 4,9959	+18,7909
+ 7,1	+10,7620	+14,7387	− 4,9959	+18,7909
+15,7	+10,7695	+14,7069	− 2,8308	+18,7717
+24,4	+10,7605	+14,7448	− 5,3736	+18,7948
+18,4	+10,7605	+14,7448	− 5,3736	+18,7948
−28,2	+10,7595	+14,7493	− 5,0917	+18,7978
− 1,2	+10,7725	+14,6940	− 0,7100	+18,7635
−14,8	+10,7700	+14,7041	+ 3,9653	+18,7700
− 7,7	+10,7723	+14,6950	− 6,6078	+18,7643
+ 0,8	+10,7703	+14,7024	− 5,6264	+18,7687
+24,7	+10,7768	+14,6767	− 4,5443	+18,7526

26.

Jede einzelne Bedingungsgleichung durch eine Berechnung nach andern Elementen prüfen zu wollen, würde unnütz seyn. Schon die indirecte Art der Berechnung sichert vor beträchtlichen Fehlern. Die Vergleichung der berechneten Zeit und der verschiedenen Coëfficienten bei der inneren und äufseren Berührung, und die Zusammenstellung von Orten, die nicht sehr weit von einander entfernt liegen, macht dafs jeder Irrthum in den meisten Fällen sogleich in die Augen fallen mufs. Nur um im Allgemeinen der Richtigkeit der angewandten Methode versichert zu seyn, berechnete ich einige der Hauptpuncte nach abgeänderten Elementen, und verglich das Resultat der Bedingungsgleichungen damit. Zum Grunde gelegt ward für die innern Berührungen:

$$d\,\text{Æ}\ ♀ = +1''$$
$$d\,\text{Decl.}\ ♀ = +1''$$
$$d\pi \ldots = +0{,}''5$$
$$d(R-r) = +1''.$$

Hieraus fand sich

Orte	Bedingungs-gleichung	Unmittelbare Rechnung
Stockholm I.	+ 6,″8	+ 6,″6
— II.	+ 37, 8	+ 37, 8
Greenwich	+ 41, 6	+ 41, 5
Bologna	+ 44, 0	+ 43, 7
Cap	+ 65, 8	+ 65, 4
Rodrigues	+ 54, 7	+ 53, 5
Selengisk	+ 27, 9	+ 27, 6
Tobolsk I.	+ 7, 1	+ 7, 1
— II.	+ 32, 7	+ 32, 4

Unterschiede von einigen Zehntheilen in der Secunde rühren zum Theil von der Form der Rechnung

her, in welcher ein oder zwei Hunderttheile der Bogensecunde nicht verbürgt werden können. Die gröfsere Abweichung von einer ganzen Secunde bei Rodrigues hat dagegen in einer Vernachlässigung bei der Bildung der Bedingungs-Coëfficienten ihren Grund. Bei diesen ist vorausgesetzt worden, dafs die Elemente genau genug sind, um den Stundenwinkel bei Berechnung der Æ und Decl. Parallaxe nahe zu geben. Aendert sich aber die Zeit um eine ganze Minute, so kann dieses eine merkliche Differenz hervorbringen. Hätte man darauf Rücksicht nehmen wollen, so würde zum allgemeinen Nenner aller Coëfficienten

$$m A' \cos \Delta'^2 + n D'$$

noch hinzu zu setzen gewesen seyn:

$$15{,}04 \left[\tfrac{1}{2} D' \sin 2\delta - A' \cos \Delta'^2 \operatorname{cotg}(\alpha - \vartheta)\right] (\alpha' - \alpha)$$

etwa gleich

$$[0{,}00059 D' \sin(\alpha - \vartheta) - 0{,}00142 A' \cos(\alpha - \vartheta)] \cos \varphi.$$

Im Maximum kann dieses Glied für die Ein- und Austritte ungefähr $\frac{1}{40}$ des angenommenen Nenners betragen, und in eben dem Verhältnisse würde die Conjunctionszeit abzuändern seyn. Dieses findet aber nur dann statt, wenn zugleich φ und $\alpha - \vartheta$ sehr klein sind. Da beide ungünstige Voraussetzungen kaum an zwei oder drei Orten zusammentreffen, und überdem, wie sich vermuthen liefs, und das Endresultat auch ausweist, die Elemente wirklich den wahren so nahe kommen, dafs die berechnete Zeit der Berührungen nie volle 10" von der wahrscheinlichsten sich entfernt; so schien die kleine, in allen Fällen nur auf ein oder zwei Zehntheile sich

erstreckende Correction nicht die vergröſserte Mühe der Berechnung zu belohnen*).

27.

Die Elimination nach der Methode der kleinsten Quadrate wurde der Gauſsischen Ableitung zufolge so geführt, daſs zugleich eine neue unbekannte Gröſse, deren Coëfficient gleich der Summe aller übrigen war, mit aufgenommen ward. Die Berechnung der Producte hatte auf diese Weise ihre strenge Prüfung in sich selbst. Bezeichnet man der Kürze wegen die

Fehler der Elemente mit . . u
d AR ♀ . . . . a
d Decl. ♀ . . . . b
$d\pi$ c
dR . . . . d
dr . . . . e

und die beiden innern nebst der äuſsern Berührung mit I, II, III so sind die Producte folgende:

Bedingungsgleichungen der I[ten] Classe.

	I.	II.	III.
uu	+ 2183,41	+ 5095,79	+ 6260,74
an	— 4,958	— 1536,775	+ 3524,014
bn	+ 2,735	— 2324,658	+ 4799,409
cn	+ 7,715	+ 1419,889	— 1603,621
dn	+ 6,021	— 2859,318	+ 6132,513
en	— 6,021	+ 2859,318	— 6132,513
aa	+ 1876,989	+ 4294,332	+ 5106,474
ab	— 981,040	+ 6487,418	+ 6964,445
ac	+ 4272,355	— 2541,337	— 2503,463

*) Nur ein Fehler bei dem Coëfficienten der Parallaxe zu Madras ward nach Vollendung aller Rechnungen entdeckt. Statt — 52,5851 sollte es heiſsen — 45,5968.

	I.	II.	III.
ad	— 2257,723	+ 7982,964	+ 8893,830
ae	+ 2257,723	— 7982,964	+ 8893,830
bb	+ 512,756	+ 9803,453	+ 9500,484
bc	— 3510,117	— 3964,611	— 2233,009
bd	+ 1180,026	+ 12062,113	+ 12131,480
be	— 1180,026	— 12062,113	+ 12131,480
cc	+ 9724,812	+ 7356,410	+ 6372,897
cd	— 5138,901	— 4824,930	— 4434,342
ce	+ 5138,901	+ 4824,930	— 4434,342
dd	+ 2715,666	+ 14841,800	+ 15491,575
de	— 2715,666	— 14841,800	+ 15491,575
ee	+ 2715,666	+ 14841,800	+ 15491,575

Bedingungsgleichungen der II^ten Classe.

nn	+ 1058,91	+ 8795,86	+ 10445,49
an	— 794,863	— 2937,057	+ 3004,517
bn	+ 382,269	— 4437,439	+ 4121,866
cn	— 1706,047	+ 2823,536	— 2581,171
dn	+ 900,411	— 5460,309	+ 5251,709
en	— 900,411	+ 5460,309	+ 5251,709
aa	+ 1672,147	+ 2642,068	+ 3127,275
ab	— 1105,363	+ 3993,080	+ 4282,398
ac	+ 4161,796	— 2426,490	— 2910,922
ad	— 2371,080	+ 4912,917	+ 5460,096
ae	+ 2371,080	— 4912,917	+ 5460,096
bb	+ 1544,271	+ 6036,651	+ 5864,261
bc	— 4450,175	— 3703,197	— 3985,319
bd	+ 2825,400	+ 7426,487	+ 7476,994
be	— 2825,400	— 7426,487	+ 7476,994
cc	+ 13922,060	+ 4923,712	+ 4661,181
cd	— 8527,703	— 4540,908	— 5081,762
ce	+ 8527,703	+ 4540,908	— 5081,762
dd	+ 5307,472	+ 9136,634	+ 9533,237
de	— 5307,472	— 9136,634	+ 9533,237
ee	+ 5307,472	+ 9136,634	+ 9533,237

Es schien mir unnöthig, einer nicht allzubeträchtlichen Aenderung einer Bedingungsgleichung der II. Classe wegen, die schon ganz abgeleiteten Resultate zu verwerfen. Weder ihre Richtigkeit noch ihre Gewifsheit kann im Geringsten dadurch geschmälert werden.

28.

Behandelt man zuerst jede der Berührungen einzeln, so wird sich, bei der fast vollkommenen Gleichheit aller übrigen Coëfficienten, nur die Parallaxe bestimmen lassen, wobei es ziemlich einerlei ist, welche von den übrigen unbekannten Gröſsen man damit verbindet. Die Berührungen unter I. sind zu wenig zahlreich. Aus den innern Berührungen beim Austritt erhält man für die erste Classe die Gleichungen:

$$+4294{,}332\, d\,AR\, ♀ - 2541{,}337\, d\pi - 1536{,}775 = 0$$
$$+5852{,}476 \quad - \quad + \;\; 510{,}443 = 0$$
$$nn = 4501{,}32$$

und hiermit

$$d\pi = -\,0{,}''08722.$$

Wahrscheinl. Fehler einer beobachteten Berührung $= 7{,}''246$

W. F. von $\pi = \pm\, 0{,}''0947.$

Oder . . . $\pi = 8{,}''473$ . . . innerhalb der Grenzen . . $8{,}''378$ —— $8{,}''568$.

Auf eben die Weise geben die äuſseren Berührungen beim Austritt:

$$+5106{,}474\, d\,AR\, ♀ - 2503{,}463\, d\pi + 3524{,}014 = 0$$
$$+5145{,}567 \quad - \quad + \;\; 124{,}037 = 0$$
$$nn = 3825{,}80$$
$$d\pi = -\,0{,}''0241$$

W. F. ein Ber. $= 6{,}''289$

W. F. von $\pi = \pm\, 0.''0877$

$\pi = 8{,}''5359$

Grenzen $8{,}''448$ —— $8{,}''624$.

Bei der geringen Verschiedenheit der wahrscheinlichen Fehler wird es erlaubt seyn, beide Berührun-

gen als gleich sicher anzusehen*). Ihre Verbindung giebt den Durchmesser der Venus. Fügt man dazu noch die Producte aus der ersten innern Berührung, so wird man die übrigen Elemente wenigstens gröfstentheils bestimmen können. Abgesehen von π und r sind für die übrigen drei, Æ ♀, Decl. ♀ und R, drei Gattungen von Gleichungen vorhanden, die sich indessen, da zwei derselben nur wenig von einander abweichen, auf zwei reduciren. Diese Unbestimmtheit der Aufgabe liegt in der Natur der Sache selbst. Wenn der Halbmesser der Sonne und die

*) Eine Zusammenstellung der optischen Erscheinungen bei den Berührungen nach verschiedenen Beobachtern findet sich in Röhl's Merkwürdigkeiten von den Durchgängen der Venus. Greifswald 1768. Er scheint sich vorgenommen zu haben, auf eine etwanige Atmosphäre des Planeten besonders seine Aufmerksamkeit zu richten. Mitten in der Sonne sah er Venus mit einem Ringe umgeben, der ein gegen das übrige schwächeres Sonnenlicht durchliefs. Verschiedene Fernröhre von 17, 6, und 2 Fufs, auch ein 2½ füfs. Spiegeltelescop, zeigten ihm und dem Professor Mayer den Ring, der nicht von neblichter Luft herrühren konnte. Beim Austritt sah er mit einem 17 f. Fernrohr alles fast genau so, wie Mallet in Upsala. Das Sonnenlicht verschwand durchaus nicht mit der Geschwindigkeit des Blitzes, sondern so allmählig, dafs Röhl fast 10 Secunden ungewifs blieb. Auch bei der äufsern Berührung schien die Sonnenründung schon vollkommen hergestellt, als der Ort des Austritts noch nicht das völlige glänzende Licht zeigte. Indessen ist er zweifelhaft, ob dieses nicht seiner Einbildung zuzuschreiben ist, da er beim gänzlichen Austritt mit Mayer auf eine Secunde zusammentraf, bei der innern Berührung bedeutend von ihm abwich.

Declinationsdifferenz in gleichem Sinne und zusammengehörigem Verhältnisse verändert werden, so wird man immer ziemlich nahe dieselben Zeiten der Ein- und Austritte, so wie der Dauer, erhalten können. Es bleibt daher nichts übrig, als die verschiedenen unbekannten Gröſsen als Functionen von R darzustellen. Der wahre Werth des Halbmessers der Sonne, wie er bei den Venusdurchgängen angenommen werden sollte, scheint bis jetzt noch manchem Zweifel zu unterliegen. Die mikrometrischen Messungen der damaligen Zeit gaben ihn ohngefähr so, wie er hier vorausgesetzt ist. Neuere Heliometerbestimmungen von Mossotti sprechen ebenfalls dafür. Ob auch bei den Venusdurchgängen, wie bei den Sonnenfinsternissen, Irradiation und Inflexion einwirkt, bleibt ungewiſs. Wenigstens wird aber der Halbmesser der Venus so herausgebracht werden, wie er bei Durchgängen anzuwenden ist, und selbst bei dem Sonnen-Halbmesser kann die etwanige Correction schwerlich 2″ übersteigen. Auf die Bestimmung der Parallaxe hat der Sonnen-Radius nur sehr geringen Einfluſs.

Die sämmtlichen 90 Bedingungsgleichungen der 1ten Classe zusammen genommen, geben dann folgende Gleichungen:

$$nn = 13539{,}94 + 6558{,}432\, dR + 33049{,}041\, dR^2.$$

$$+ 11277{,}795\, d\text{Æ}♀ + 12470{,}823\, d\text{Decl.}\,♀ - 772{,}445\, d\pi$$
$$+ 3168{,}589\, dr + 1982{,}281 + 14619{,}071\, dR = 0.$$

$$+ 6026{,}639\, d\text{Decl.}\,♀ - 8853{,}578\, d\pi - 4614{,}439\, dr$$
$$+ 285{,}508 + 9208{,}061\, dR = 0$$

$$+ 10394{,}652\, d\pi - 1032{,}438\, dr + 379{,}187 + 130{,}446\, dR = 0$$

$$+ 28523{,}099\, dr + 8685{,}140 + 890{,}087\, dR = 0.$$

Aus ihrer Auflösung folgt:

Summe der Fehler-Quadrate

$$= 10519{,}6 - 4{,}74\,dR + 0{,}42\,dR^2$$
$$= 10506{,}2 + 0{,}42\,[5{,}643 - dR]^2.$$

W. F. einer Berührung $= 7{,}''292$

wenn dR vernachlässigt wird.

dAR ♀ $= +\,0{,}''3238 + 0{,}4528\,dR$

W. F. $= \pm\,0{,}''1759.$

dDecl. ♀ $= -\,0{,}''3785 - 1{,}5748\,dR$

W. F. $= \pm\,0{,}''1463.$

$d\pi = -\,0{,}''0667 - 0{,}01565\,dR.$

W. F. $= \pm\,0{,}''07165.$

$dr = -\,0{,}''3045 - 0{,}03121\,dR.$

W. F. $= \pm\,0{,}''04318.$

Die mittlere Sonnenparallaxe

$$= 8{,}''4933 - 0{,}0156\,dR$$

Grenzen $8{,}''422 - 8{,}''565.$

Der Halbmesser der Venus

$$= 28{,}''6955 - 0{,}0312\,dR$$

Grenzen $28{,}''652 - 28{,}''739.$

29.

Bei den Bedingungsgleichungen zweiter Classe, geben die innern Berührungen beim Austritt die Gleichungen:

$+\,2642{,}068\,d$AR ♀ $-\,2426{,}490\,d\pi - 2937{,}057 = 0$

$$+\,2695{,}210\,d\pi + 126{,}127 = 0.$$

$$nn = 5524{,}96$$

W. F. einer Berührung $= 10{,}''23.$

$$d\pi = -\,0.''0468$$

W. F. von $\pi = \pm\,0{,}''1971$

$$\pi = 8.''5132$$

Grenzen. $8{,}''316 - 8{,}''710.$

Aus den äufsern Berührungen erhält man:

$$+3127{,}275\, dAR\, ♀ - 2910{,}922\, d\pi + 3004{,}517 = 0$$

$$+1951{,}643\, d\pi + 215{,}486 = 0$$

$$nn = 7535{,}12.$$

W. F. einer Berührung $= 11{,}''27.$

$$d\pi = -0{,}''1104$$

W. F. von $\pi = \pm 0{,}''2555.$

$$\pi = 8{,}''4496$$

Grenzen $8{,}''194$ —— $8{,}''705.$

Auch hier sind die wahrscheinlichen Fehler so nahe einander gleich, dafs man die Sicherheit beider Berührungen als gleich ansehen darf. Bei der geringen Anzahl von Gleichungen, würde vielleicht das Ausschliefsen einer oder der andern die wahrscheinlichen Fehler vollkommen identisch machen. Verbindet man mit beiden die Verweilungen und innern Berührungen beim Eintritt, so kommt:

$$+7441{,}490\, dAR\, ♀ + 7170{,}115\, d\text{Decl.}\, ♀ - 1175{,}616\, d\pi + 2918{,}259\, dr - 727{,}403 + 8001{,}903\, dR = 0$$

$$+6536{,}546\, d\text{Decl}\, ♀ - 11005{,}947\, d\pi - 5586{,}729\, dr + 767{,}572 + 10018{,}761\, dR = 0$$

$$+4789{,}903\, d\pi - 958{,}808\, dr - 286{,}194 - 17{,}071\, dR = 0$$

$$+17866{,}061\, dr + 10695{,}615 + 510{,}620\, dR = 0.$$

Summe der kleinsten Fehlerquadrate

$$= 13718{,}93 - 18{,}378\, dR + 2{,}047\, dR^2$$

$$= 13677{,}78 + 2{,}047\, [4{,}489 - dR]^2$$

W. F. einer Berührung, wenn $dR = 0$

$= 10,''285.$

$d\,AR\,♀ = +\ 1,''0267 + 0,4394\,dR$

W. F. $= \pm\ 0,''3001.$

d Decl. $♀ = -\ 0,''7303 - 1,5608\,dR$

W. F. $= \pm\ 0,''2953$

$d\pi = -\ 0,''0601 - 0,0022\,dR$

W. F. $= \pm\ 0,''1494$

$dr = -\ 0,''5987 - 0,0286\,dR$

W. F. $= \pm\ 0,''07695$

Die mittlere Sonnenparallaxe

$= 8,''4999 - 0,0022\,dR$

Grenzen $8,''350$ —— $8,''649.$

Der Halbmesser der Venus

$= 28,''4013 - 0,0286\,dR.$

Grenzen $28,''324$ —— $28,''478.$

30.

Zur Verbindung beider Classen würde die Kenntnifs ihrer relativen Genauigkeit erforderlich seyn, die sich a priori, bei der Menge von Elementen, die hier eingreifen, unmöglich schätzen läfst, so wie auch selbst der gleiche Werth aller Beobachtungen derselben Classe sehr hypothetisch ist. Manche der als vorzüglich angenommenen dürften unsicherer seyn, als mehrere der zweiten Classe. Das sicherste Merkmal ihres verhältnifsmäfsigen Werthes geben noch die beiderseitigen wahrscheinlichen Fehler. Ihr Verhältnifs 7,292 : 10,285, oder wie $1 : \sqrt{(1,9894)}$ nä-

hert sich so sehr dem Verhältnifs von $1 : \sqrt{2}$, dafs es hier, wo mathematische Strenge nicht unumgänglich erforderlich ist, wohl erlaubt seyn wird, der Bequemlichkeit der Rechnung wegen, das letztere dafür zu substituiren. Dividirt man dann die Producte der II. Classe durch 2, und legt sie zu denen der ersten, so erhält man folgende Summen:

$nn = 23690{,}07$

$an = +\ 1618{,}579$

$bn = +\ 2510{,}834$

$cn = -\ 907{,}858$

$dn = +\ 3625{,}122$

$en = +\ 13891{,}614$

$aa = +\ 14998{,}540$

$ab = +\ 16055{,}881$

$ac = -\ 1360{,}253$

$ad = +\ 18620{,}038$

$ae = +\ 4627{,}719$

$bb = +\ 26539{,}285$

$bc = -\ 15777{,}083$

$bd = +\ 34238{,}060$

$be = -\ 2498{,}106$

$cc = +\ 35207{,}598$

$cd = -\ 23478{,}360$

$ce = +\ 9522{,}914$

$dd = +\ 45037{,}713$

$de = -\ 4521{,}326$

$ee = +\ 45037{,}713$

und damit die Endgleichungen:

$$+14998{,}540\,d\text{AR}\,♀ + 16055{,}881\,d\text{Decl}\,♀ - 1360{,}253\,d\pi + 4627{,}719\,dr + 1618{,}579 + 18620{,}038\,dR = 0$$

$$+9351{,}519\,d\,\text{Decl.}\,♀ - 14320{,}937\,d\pi - 7452{,}063\,dr + 778{,}151 + 14305{,}377\,dR = 0$$

$$+13153{,}122\,d\pi - 1469{,}490\,dr + 430{,}597 + 122{,}618\,dR = 0$$

$$+37507{,}262\,dr + 14060{,}412 + 1146{,}963\,dR = 0$$

aus deren Auflösung folgt:

Summe der Quadrate der Fehler

$$= 18165{,}7 - 17{,}238\,dR + 2{,}043\,dR^2$$

$$= 18129{,}3 + 2{,}043\,[4{,}2189 - dR]^2.$$

Wahrscheinl. Fehler einer Berührung aus

90 Gleichungen deren Werth $= 1$

59 - - - $= \frac{1}{\sqrt{2}}$

$= 7{,}''447.$

wenn dR vernachlässigt wird.

$$d\text{AR}\,♀ = +0{,}''5322 + 0{,}4514\,dR$$

W. F. $\pm\, 0{,}''15245$

$$d\text{Decl.}\,♀ = -\;0{,}''4962 - 1{,}5736\,dR$$

W. F. $\pm\, 0{,}''1312$

$$d\pi = -\,0{,}''0746 - 0{,}0127\,dR$$

W. F. $\pm\, 0{,}''06508.$

$$d\,\textit{Rad.}\,♀ = -\,0{,}''3749 - 0{,}0306\,dR$$

W. F. $\pm\, 0{,}''03845.$

Die Substitution dieser Werthe in die sämmtli-

chen Bedingungsgleichungen giebt die übrig bleibenden Fehler so:

I^te Classe.

1. Innere Berührungen bei dem Eintritte.

No.	Beobachter	Fehler		Fernrohr
1	Wargentin	+ 7,985″	+0,083 dR	19 füſs.
2	Klingenstierna	+ 1,985	+0,083	10f. Achrom.
3	Mallet	− 7,293	+0,088	1½f. Sp. Tel.
4	Strömer	−16,293	+0,088	20 füſs.
5	Melander	−13,293	+0,088	16 −
6	Bergmann	+ 5,707	+0,088	21 −
7	Justander	+40,471	+0,079	20 −

2. Innere Berührungen bei dem Austritte.

No.	Beobachter	Fehler		Fernrohr
8	Mason	− 5,497	+0,224 dR	2 füſs. Sp. T.
9	Dixon	− 1,497	+0,224	2 f. Sp. Tel.
10	Krasilnikow	−16,905	+0,077	6 f. Fernrohr
11	Kurganof	−13,905	+0,077	2½f. Sp. Tel.
12	Wargentin	− 5,075	+0,022	19 füſs.
13	Klingenstierna	− 8,075	+0,022	10f. Achrom.
14	Mallet	+17,549	+0,021	1½f. Sp. Tel.
15	Strömer	+13,549	+0,021	20f.
16	Bergmann	+11,549	+0,021	21 −
17	Justander	− 9,071	+0,041	20 −
18	Short	+ 3,148	−0,077	2f. Sp. T. 140m.
19	Canton	− 2,551	−0,077	1½f. −
20	Bliss	− 4,453	−0,077	15f.
21	Green	− 4,453	−0,077	2 f. Sp. Tel.
22	Bird	− 4,453	−0,077	1½ − −
23	Hornsby	−16,347	−0,080	12 f.
24	Phelps	−20,347	−0,080	14 −
25	Maraldi	− 7,200	−0,075	15 −
26	Belléri	+20,800	−0,075	6 −
27	Rizzi Zannoni	− 1,200	−0,075	3½ −
28	Messier	+ 6,800	−0,074	Sp. T. 120 m.
29	Bandouin	+ 9,800	−0,074	25f.
30	Libour	+ 5,800	−0,074	4½f. Sp. Tel.

I^te Classe.

2. Innere Berührungen bei dem Austritte.

No.	Beobachter	Fehler		Fernrohr
31	Lalande	+ 8,″801	—0,074 *dR*	18 füſs.
32	Merville	— 3,200	—0,074	6 - Sp. T.
33	Clouet	+10,800	—0,074	2⅔ - -
34	la Caille	— 2,601	—0,074	4½ f. Achr.
35	Prolange	+ 9,600	—0,074	19 -
36	Romieu	+20,796	—0,080	10 -
37	de Ratte	+ 6,796	—0,080	14 -
38	Audiffredi	+11,974	—0,036	. .
39	Matheuci	+ 2,313	—0,038	22 füſs.
40	Marini	+ 2,313	—0,038	10 f.
41	Ximenes	+17,272	—0,041	4⅓ f. Sp. Tel.
42	Kratz	—10,736	—0,031	7 - - -
43	Tob. Mayer	+10,011	—0,028	6 - Fernr.
44	Heinsius	+11,321	—0,021	Sp. Tel. 52m.
45	Chr. Mayer	—10,026	—0,043	10f. Achr.
46	Weiſs	+14,509	—0,001	4 f. Sp. Tel.

3. Aeuſsere Berührungen bei dem Austritte.

No.	Beobachter	Fehler		Fernrohr
47	Mason	+ 0,979	+0,217	2 füſs. Sp. T.
48	Dixon	+ 2,979	+0,217	2 - - -
49	Krasilnikow	— 3,531	+0,097	6f. Fernrohr
50	Kurganoff	— 5,531	+0,097	2½ f. Sp. T.
51	Wargentin	+ 6,565	+0,044	19f.
52	Klingenstierna	+ 7,565	+0,044	10f. Achr.
53	Mallet	+ 4,085	+0,042	1½f. Sp. Tel.
54	Strömer	+20,085	+0,042	20f.
55	Melander	+ 4,085	+0,042	16 -
56	Bergmann	+ 3,085	+0,042	21 -
57	Justander	+ 19,773	+0,063	20 -
58	Short	—25,534	—0,057	2 f. Sp. T. 140m.
59	Canton	—10,433	—0,057	1½f. Sp. Tel.
60	Bliſs	+ 1,565	—0,056	15 f.
61	Green	+ 1,565	—0,056	2 f. Sp. Tel.
62	Bird	+ 2,565	—0,056	1½ - - -
63	Maraldi	— 5,756	—0,053	15 f.
64	Belléri	+ 8,244	—0,053	6 f.

I^te Classe.

3. Aeuſsere Berührungen bei dem Austritte.

No.	Beobachter	Fehler		Fernrohr
65	Rizzi Zannoni	— 7,756″	—0,053 *dR*	3½ füſs.
66	Messier	+13,246	—0,053	Sp. T. 120 m.
67	Bandouin	+ 4,246	—0,053	25 f.
68	Libour	+ 7,246	—0,053	4½ f. Sp. T.
69	Lalande	— 1,754	—0,053	18 f.
70	Merville	—13,755	—0,053	6 f. Sp. T.
71	Clouet	— 4,755	—0,053	2⅔ - - -
72	Jeaurat	— 5,755	—0,053	18 f.
73	la Caille	— 1,656	—0,053	4½ f. Achr.
74	Bailly	— 5,656	—0,053	6 f.
75	Prolange	— 0.054	—0,053	19 -
76	Romieu	+10,882	—0,056	10 -
77	de Ratte	+10,882	—0,056	14 -
78	Audiffredi	—11,185	—0,013	. .
79	Matheuci	+ 1,629	—0,015	22 f.
80	Marini	+ 8,629	—0,015	10 -
81	Ximenes	— 2,607	—0,017	4⅓ f. Sp.T.
82	Hell	—24,805	+0,018	4½ - - -
83	Cassini	— 3,805	+0,018	9 f.
84	Liesganig	— 5,805	+0,018	11 -
85	Herbert	+ 1,195	+0,018	12 -
86	Rain	— 3,805	+0,018	9 -
87	Lysogorski	—13,805	+0,018	3 f. Sp. T.
88	Kratz	— 5,850	—0,008	7 - - -
89	Tob. Mayer	— 6,227	—0,013	6 f.
90	Weiſs	— 4,875	+0,024	4 f. Sp.T.

II^te Classe.

1. Verweilungen und innere Berührungen beim Eintritt.

1	Hirst	— 8,301	+1,126	2 f. Sp. Tel.
2	Dollier	+14,343	+0,735	. . . . .
3	Chappe	— 2,371	—0,028	19 f.
4	Hellant	— 14,741	+0,111	20 -
5	Lagerbohm	—16,741	+0,111	32 f.

IIte Classe.

1. Verweilungen und innere Berührungen beim Eintritt.

No.	Beobachter	Fehler		Fernrohr
		"		
6	Planmann	— 3,333	+0,090 dR	21 füſs.
7	Gisler	+ 7,200	+0,106	21 –
8	Strom	— 1,800	+0,106	20 –

2. Innere Berührungen beim Austritt.

No.	Beobachter	Fehler		Fernrohr
9	Pingré	—12,634	+0,541	18 füſs.
10	Rumovsky	— 5,065	+0,466	15 –
11	Chappe	+ 9,396	+0,261	19 –
12	Hellant	—17,676	+0,060	20 –
13	Lagerbohm	—31,676	+0,060	32 –
14	Planmann	+ 4,179	+0,066	21 –
15	Gisler	—22,199	+0,029	21 –
16	Dollond	— 1,351	—0,076	2 f. Sp. T.
17	Heberden	— 1,352	—0,076	2 – – –
18	Haydon	+ 3,771	—0,098	. . .
19	Dunn	+12,347	—0,077	6 f. Sp. T.
20	de Barros	— 7,200	—0,073	. . .
21	Ferner	+ 5,300	—0,076	28 zoll. Sp. T.
22	Noël	+ 7,300	—0,076	4 f. Sp. T.
23	le Monnier	+15,200	—0,077	18 f.
24	la Condamine	— 7,800	—0,077	15 zoll. Sp. T.
25	Béraud	+ 8,031	—0,071	19 f.
26	Outhier	—40,887	—0,087	6 –
27	de Manse	— 0,924	—0,084	3½ –
28	Ciéra	—31,645	—0,151	15 röm. Palm.
29	von Schlug	—22,306	—0,012	4 f. Sp. T.
30	. . . . .	—15,072	—0,032	3½ –
31	Schöttl	+13,940	—0,017	16 –
32	Lulofs	— 3,590	—0,056	7 f. Sp. Tel.

II^te Classe.

3. Aeufsere Berührungen beim Austritt.

No.	Beobachter	Fehler		Fernrohr
		"		
33	Rumovsky	—11,548	+0,474 dR	15 füfs.
34	Chappe	— 6,743	+0,279	19 —
35	Hellant	—18,061	+0,080	20 —
36	Lagerbohm	—10,061	+0,080	32 —
37	Planmann	— 6,687	+0,090	21 —
38	Gisler	+36,519	+0,050	21 —
39	Strom	+24,519	+0,050	20 —
40	Brehmer	+28,661	+0,013	10 —
41	Schenmark	+ 7,226	+0,015	21 —
42	Burmester	+ 3,226	+0,015	16zoll. Sp. T.
43	Blair	+27,466	—0,057	1½f.SpT. 35 m.
44	Dollond	— 4,233	—0,057	2 — 100 m.
45	Haydon	+17,074	—0,078	. . .
46	Dunn	+ 8,464	—0,057	6f. Sp. T.
47	Ferner	+ 6,744	—0,054	28 z. — —
48	Fouchy	+ 7,744	—0,054	4 f. — —
49	le Monnier	+ 0,342	—0,055	18 f.
50	la Condamine	— 1,158	—0,055	15 zoll.Sp. T.
51	Beraud	+ 7,307	—0,048	19 f.
52	Dulague	+16,164	—0,058	9 —
53	Bouin	+10,164	—0,058	16 —
54	Outhier	—36,460	—0,065	6 —
55	Clauzade	— 9,739	—0,062	7 —
56	Ciera	—23,697	—0,133	15röm.Palm.
57	von Schlug	—15,800	+0,012	4 f. Sp. T.
58	. . . . .	— 7,380	—0,006	3½ —
59	Schöttl	+16,431	+0,005	16 —

Die Summe der Quadrate dieser Fehler ist:

Cl. I. 1.	2233,506 +	2,562 dR	+0,052 dR²	. .	7 Gl.
2.	4617,710 —	14,782	+0,236	. .	39 —
3.	3865,360 +	7,100	+0,188	. .	44 —
	10716,576 —	5,120 dR	+0,476 dR²	. .	90 Gl.

Cl. II. 1.	843,990	— 3,854 dR	+ 1,863 dR^1	. .	8 Gl.
2.	6365,475	— 7,266	+ 0,595	. . .	24 –
3.	7690,104	— 12,758	+ 0,389	. . .	27 –
	14899,569	— 23,878 dR	+ 2,847 dR^2	. .	59 Gl.

Nimmt man von der letzten Summe die Hälfte, und legt sie zu der ersten, so erhält man

Summe der Fehlerquadrate aus

90 Gleichungen deren Werth $= 1$

59 . . . . . $= \frac{1}{\sqrt{2}}$

$= 18166,361 - 17,059\, dR + 1,900\, dR^2.$

$= 18128,070 + 1,900\, [4,4892 - dR]^2.$

der oben gefundenen so nahe, dafs die Richtigkeit der Elimination dadurch vollkommen bestätigt wird.

Wenn das Verhältnifs der einzelnen Werthe richtig geschätzt ist, so müfsten die mittlern oder wahrscheinlichen Fehler aus den einzelnen Classen und ihren Theilen genau eben so herauskommen, wie sie vorausgesetzt sind. Bei den Berührungen des Eintritts ist die Anzahl zu klein, als dafs sich etwas genaues erwarten liefse, eine einzelne starke Abweichung äufsert hier ihren ganzen Einflufs. Bei

Cl. I. 2.	ist der W. F. . . .	7,"339
3.	. . . .	6, 322
II. 2.	. . . .	10, 984
3.	. . . .	11, 383

während vorausgesetzt ward, für die beiden ersten 7,"447, für die beiden letzten 10,"532; Werthe, die von der Gleichheit wenigstens nicht zu stark abweichen.

31.

Will man indessen vollkommen dasselbe Verhältniſs am Schlusse wie am Anfang erhalten, so wird man durch mehrere Versuche sich dem Ziele nähern müssen.

Unter den Bedingungsgleichungen Iter Classe ist eine einzige, die innere Berührung beim Eintritt zu Abo, welche einen Unterschied von 40" giebt. Wenn auch äuſsere Gründe nicht gerade vorhanden sind, sie für miſslungen zu erklären, so macht doch die Uebereinstimmung der übrigen, von denen nur zwei Austritte von Short und Hell über 20" abweichen, es höchst wahrscheinlich, daſs ein Irrthum, vielleicht durch den niedrigen Stand der Sonne veranlaſst, statt gefunden. Bei den folgenden Rechnungen habe ich deſshalb geglaubt, sie zu den Bedingungsgleichungen zweiter Classe nehmen zu können, und bei dieser Gelegenheit ebenfalls den oben bemerkten Fehler bei Madras verbessert. Die neuen Werthe der Producte für die innern Berührungen beim Eintritt in beiden Classen sind dann folgende:

	Cl. I.	Cl. II.
nn	+ 762,12	+ 2480,20
an	— 622,258	— 177,563
bn	+ 325,266	+ 59,738
cn	— 1409,285	— 373,608
dn	+ 748,488	+ 157,944
en	— 748,488	— 157,944
aa	+ 1608,876	+ 1940,260
ab	— 840,956	— 1245,447
ac	+ 3656,912	+ 4738,018
ad	— 1935,246	— 2693,557
ae	+ 1935,246	+ 2693,557

	Cl. I.	Cl. II.
b b	+ 439,564	+ 1617,463
b c	— 1911,452	— 4608,955
b d	+ 1011,538	+ 2993,888
b e	— 1011,538	— 2993,888
c c	+ 8312,070	+ 14648,717
c d	— 4398,668	— 8999,101
c e	+ 4398,668	+ 8999,101
d d	+ 2327,802	+ 5695,336
d e	— 2327,802	— 5695,336
e e	+ 2327,802	+ 5695,336

Nimmt man nun in beiden Classen die innern Berührungen beim Ein- und Austritt zusammen, so hat man in

Class. I. . . . 45 innere Berührungen
44 äuſsere —
Class. II. . . . 33 innere —
27 äuſsere —

und nach einigen Versuchen findet man, daſs den verschiedenen Beobachtungen folgende Werthe beigelegt werden müssen:

Cl. I. innere Berührung . . . $\sqrt{(0{,}767452)}$
äuſsere — 1,000000
Cl. II. innere — . . . . . . $\sqrt{(0{,}322207)}$
äuſsere — . . . . . . $\sqrt{(0{,}305957)}$.

Multiplicirt man die verschiedenen Producte mit den Quadraten dieser Verhältniſszahlen, und legt alle zusammen, so erhält man die Summen:

$nn = + 17585{,}82$
$an = + 1782{,}674$
$bn = + 3115{,}438$
$cn = - 1595{,}759$
$dn = + 4410{,}743$
$en = + 11067{,}883$

aa	$=+$	12070,304
ab	$=+$	13493,449
ac	$=-$	1793,076
ad	$=+$	15920,877
ae	$=+$	5207,899
bb	$=+$	21622,149
bc	$=-$	11917,521
bd	$=+$	27810,335
be	$=+$	1027,911
cc	$=+$	26130,754
cd	$=-$	17430,884
ce	$=+$	5452,592
dd	$=+$	36364,570
de	$=+$	452,112
ee	$=+$	36364,570.

Hieraus folgen die Endgleichungen:

$$+12070,304\,d\text{Æ}\,♀ + 13493,449\,d\,\text{Decl.}\,♀ - 1793,076\,d\pi + 5207,899\,dr + 1782,674 + 15920,877\,dR = 0$$

$$+6537,757\,d\,\text{Decl.}\,♀ - 9913,033\,d\pi - 4794,024\,dr + 1122,578 + 10012,310\,dR = 0$$

$$+10833,509\,d\pi - 1042,817\,dr + 371,198 + 115,614\,dR = 0$$

$$+30501,797\,dr + 11157,622 + 935,813\,dR = 0$$

aus deren Auflösung man erhält:

Summe der kleinsten Fehlerquadrate

$$= 13035,58 - 12,184\,dR + 1,347\,dR^2$$
$$= 13008,03 + 1,347\,[4,523 - dR]^2$$

Wahrscheinlicher Fehler einer Berührung, deren Werth = 1 gesetzt ward, = 6,"3088, wenn dR vernachlässigt wird.

$d\,AR\,♀ = +\,0,''6094 + 0,45247\,dR$
W. F. $= \pm\,0,''1492.$
d Decl. $♀ = -\,0,''5453 - 1,57825\,dR$
W. F. $= \pm\,0,''1247.$
$d\pi = -\,-\,0,''069475 - 0,013625\,dR$
W. F. $= \pm\,0,''060712.$
$dr = -\,0,''3658 - 0,03068\,dR$
W. F. $= \pm\,0,''03612.$

Werden diese Werthe mit Uebergehung von dR, was hierbei die Rechnung unnöthigerweise erschweren würde, in die einzelnen Bedingungsgleichungen substituirt, und die Quadrate der übrig bleibenden Fehler genommen, so findet sich die Summe derselben bei

Cl. I.	45	innere Berühr. . .	5129,524
	44	äufsere – . .	3849,436
Cl. II.	33	innere – . .	8960,316
	27	äufsere – . .	7720,532.

Multiplicirt mit den obigen Verhältnifszahlen geben sie 13035,584
genau dasselbe, wie die Elimination.

Die wahrscheinlichen Fehler jeder einzelnen Abtheilung sind:

7,''2012
6, 3088
11,11425
11,40557

deren Verhältnisse, wenn der äufseren Berührung der ersten Classe der Werth $= 1$ gegeben wird

$= \sqrt{(0,767503)}$
$= 1,000000$
$= \sqrt{(0,322207)}$
$= \sqrt{(0,305957)}$

fast vollkommen mit den vorausgesetzten zusammenfallen. Nur die erste Zahl weicht in der 5ten Decimale um fünf Einheiten ab.

Die einzelnen Fehler selbst, bei denen, wie vorauszusehen war, nur die innern Berührungen beim Eintritt etwas von den früher aufgeführten abweichen, sind folgende, in derselben Ordnung wie oben:

I. Classe.

1. Innere Berührungen beim Eintritt.

No.	Fehler	No.	Fehler
1	+ 10,″041	4	— 14,″238
2	+ 4, 041	5	— 11, 238
3	— 5, 238	6	+ 7, 762

2. Innere Berührungen beim Austritt.

8	— 5, 360	28	+ 6, 619
9	— 1, 360	29	+ 9, 619
10	— 17, 149	30	+ 5, 619
11	— 14, 149	31	+ 8, 619
12	— 5, 309	32	— 3, 381
13	— 8, 309	33	+ 10, 619
14	+ 17, 313	34	— 2, 783
15	+ 13, 313	35	+ 9, 419
16	+ 11, 313	36	+ 20, 641
17	— 9, 314	37	+ 6, 641
18	+ 2, 954	38	+ 11, 757
19	— 2, 746	39	+ 2, 152
20	— 4, 648	40	+ 2, 152
21	— 4, 648	41	+ 17, 113
22	— 4, 648	42	— 10, 959
23	— 16, 542	43	+ 9, 815
24	— 20, 542	44	+ 11, 125
25	— 7, 382	45	— 10, 212
26	+ 20, 681	46	+ 14, 325
27	— 1, 382		

I. Classe.

3. Aeufsere Berührungen beim Austritt.

No.	Fehler	No.	Fehler
47	+ 1,"508	69	— 1,"502
48	+ 3, 508	70	— 13, 502
49	— 3, 343	71	— 4, 502
50	— 5, 343	72	— 5, 503
51	+ 6, 765	73	— 1, 404
52	+ 7, 765	74	— 5, 404
53	+ 4, 283	75	+ 0, 198
54	+ 20, 283	76	+ 11, 158
55	+ 4, 283	77	+ 11, 158
56	+ 3, 283	78	— 10, 906
57	+ 19, 966	79	+ 1, 898
58	— 25, 292	80	+ 8, 898
59	— 10, 192	81	— 2, 336
60	+ 1, 807	82	— 24, 556
61	+ 1, 807	83	— 3, 556
62	+ 2, 807	84	— 5, 556
63	— 5, 503	85	+ 1, 444
64	+ 8, 497	86	— 3, 556
65	— 7, 503	87	— 13, 556
66	+ 13, 498	88	— 5, 601
67	+ 4, 498	89	— 5, 990
68	+ 7, 498	90	— 4, 628

II. Classe.

1. Verweilungen und innere Berührungen beim Eintritt.

1	— 10, 982	6	— 1, 282
2	+ 12, 086	7	+ 9, 246
3	— 0, 322	8	+ 0, 246
4	— 12, 698	Cl. I. 7	+ 42, 528
5	— 14, 698		

II. Classe.

2. Innere Berührungen beim Eintritt.

No.	Fehler	No.	Fehler
9	— 12,"611	21	+ 5,"118
10	— 5, 385	22	+ 7, 118
11	+ 9, 119	23	+ 15, 018
12	— 17, 840	24	— 7, 982
13	— 31, 840	25	+ 7, 864
14	+ 3, 918	26	— 41, 171
15	— 22, 448	27	— 1, 079
16	— 1, 546	28	— 31, 777
17	— 1, 546	29	— 22, 488
18	+ 3, 581	30	— 15, 252
19	+ 12, 152	31	+ 13, 770
20	— 7, 383	32	— 3, 789

3. Aeuſsere Berührungen beim Austritt.

33	— 11, 445	47	+ 6, 997
34	— 6, 593	48	+ 7, 997
35	— 17, 891	49	+ 0, 594
36	— 9, 891	50	— 0, 906
37	— 6, 513	51	+ 7, 574
38	+ 36, 705	52	+ 16, 415
39	+ 24, 705	53	+ 10, 415
40	+ 28, 839	54	— 36, 208
41	+ 7, 443	55	— 9, 462
42	+ 3, 443	56	— 23, 399
43	+ 27, 707	57	— 15, 553
44	— 3, 992	58	— 7, 129
45	+ 17, 322	59	+ 16, 720
46	+ 8, 708		

32.

Bei der geringen Verschiedenheit der beiderseitigen Endresultate, ist es ziemlich gleichgültig, welchem man den Vorzug geben will. Indessen mögte das letztere am sichersten seyn. Hiernach würde

aus den sämmtlichen Beobachtungen des Venus-Durchganges von 1761 folgen:

Mittlere Sonnenparallaxe

= 8,"490525.

und die Grenzen wären

8,"429813. —— 8,"551237.

In aller Strenge ist dieses die Aequatoreal-Horizontalparallaxe bei einer Abplattung von $\frac{1}{302,78}$. Nach Walbeck's *) Untersuchungen ist der 90ste Theil des Meridian-Erdquadranten = 57009,76 Tois. Paris. Maaſs, bei 13° Reaumur, woraus folgt:

halbe kleine Axe	=	3261014	Toisen
- grofse -	=	3271819	-
Umfang des Aequators	=	20557446	-

Theilt man den letztern nach dem gewöhnlichen Gebrauch in 5400 geograph. Meilen, so beträgt eine

geographische Meile = 3806,934 Toisen.

Solcher geographischen Meilen ist die Sonne in ihrem mittleren Abstande entfernt um

20,878,745 Meilen

und die Grenzen der Ungewiſsheit sind

20,730,570 —— 21,029,116.

Die Erdmasse, welche Laplace im Système du Monde mit einer Parallaxe = 8,"748 zu $\frac{1}{337,102}$ berechnet, würde mit der gegenwärtigen

$$= \frac{1}{368709}.$$

*) De forma et magnitudine telluris. Dissertatio Academica. Abo 1819.

Vorausgesetzt ist hierbei der Sonnendurchmesser in der mittlern Entfernung = 32′ 2,″87. Die neuesten Messungen in den Mailänder Ephemeriden 1821 geben 32′ 2,″5. Jede Aenderung von einer Secunde dieses Durchmessers wird auf die Parallaxe einen Einfluſs haben von

— 0,″00681.

Der Durchmesser der Venus, wie er bei Venusdurchgängen gebraucht werden muſs, wird

= 57,″2684 — 0,03068 *d* (Durchm. ☉)

und seine Grenzen

57,″1962 —— 57,″3406.

Für den Knoten der Venusbahn findet sich, wenn der Ort der Sonne nach den oben berechneten Bradlei'schen Beobachtungen angesetzt wird:

17^h 30′ M. Par. Z. Æ ☉ 74° 20′ 53,″69
Decl. ☉ + 22 41 26, 86

für eben diese Zeit:

Æ ♀ 74° 23′ 25,″26 + 0,45247 *dR*.
Decl. ♀ + 22 32 9, 245 — 1,57825 *dR*.

Dieses sind die scheinbaren Orte mit der Aberration behaftet. Befreit man sie davon, so erhält man:

17^h 30′ Æ ☉ 74° 21′ 15,″19 Æ ♀ 74° 23′ 29,″10 Sch. Aeq.
Decl. ☉ 22 41 29, 01. Dec. ♀ 22 32 7, 45

woraus mit Schiefe der Ecliptik (scheinbar)

23° 28′ 16,″86

nach Bessel-Bradlei, die Längen und Breiten kommen

Länge ☉ 75° 35′ 33,″50 ♀ 75° 36′ 36,″15
Breite . . . + 0, 60 — 9 30, 99.

Berüksichtigt man die Breite der Sonne, wodurch, wenn sie auf die Erde übergetragen wird, die südliche Breite der Venus um — 2,″11 vermehrt wird, so erhält man endlich, wenn man die Neigung

$$i = 3° \; 23' \; 26''$$

annimmt:

$$☊ ♀ = 74° \; 31' \; 14,''0 \text{ M. Aeq. 1761 Jun. 5.}$$
$$+ \; 0{,}928 \; d \, Æ \, ☉$$
$$+ \; 0{,}316 \; d i$$
$$- \; 1{,}031 \; d \, Æ \, (♀ - ☉)$$
$$+ \; 6{,}638 \; d \, \text{Decl.} \, (♀ - ☉)$$
$$- 10{,}919 \; d \, (\text{Rad.} \, ☉)$$

Die beiderseitigen wahrscheinlichen Fehler von d Æ (♀ — ☉) und d Decl. (♀ — ☉) werden, selbst wenn sie beide in einerlei Sinn wirken, den Knoten nur um

$$\pm \; 0,''98$$

ändern. Wäre die Breite der Sonne vernachlässigt worden, so würde die Länge des Knotens um 14,″2 vermehrt worden seyn.

Ohne einen Zirkel im Schlieſsen sich zu Schulden kommen zu lassen, wird es erlaubt seyn, einige der unsichern Längen aus diesem Venusdurchgange und den Endbestimmungen herzuleiten. Dahin gehören:

1. *Tornea.*

II.	4 . . .	1ʰ 27′ 37,″7
	5 . . .	39, 7
	12 . . .	42, 8
	13 . . .	56, 8
	35 . . .	42, 9
	36 . . .	34, 9
		1ʰ 27′ 42,″5

2. *Cajaneborg.*

II. 6	. .	$1^h\ 41'\ 33,''3$
14	. .	$28,\ 1$
37	. .	$38,\ 5$
		$1^h\ 41'\ 33,''3.$

3. *Tobolsk.*

II. 3	. .	$4^h\ 23'\ 45,''3$
11	. .	$35,\ 9$
34	. .	$51,\ 6$
		$4^h\ 23'\ 44,''3.$

4. *Selengisk.*

II. 10	. .	$6^h\ 57'\ 9,''4$
33	. .	$15,\ 4$
		$6^h\ 57'\ 12,''4,$

5. *Rodrigues.*

II. 9	. .	$4^h\ 4'\ 26,''6.$

Nur die erste weicht von der vorausgesetzten stark ab. Vielleicht daſs die Zeitbestimmung einen Theil der Schuld trägt. Cajaneborg dagegen kann für den Durchgang von 1769 zu $1^h\ 41'\ 32''$ bis $33''$ mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden, so wie die Länge von Tobolsk nicht viel von der wahren entfernt seyn mag.

Für St. Johns in Newfoundland, dessen Länge erst durch den Venusdurchgang bestimmt werden kann, finden sich für die beiden Berührungen beim Austritt, die Gleichungen in mittlerer Pariser Zeit:

$20^h\ 25'\ 53,''0 + 10,4402\, d\,AR\ ♀ + 16,0837 d$ Decl. ♀
$- 12,1773\, d\pi + 19,6600\, d\,(R-r)$

$20^h\ 44'\ 39,''5 + 10,7251\, d\,AR\ ♀ + 14,8920\, d$ Decl. ♀
$- 8,2754\, d\pi + 18,8870\, d\,(R+r)$

woraus, wenn die verschiedenen Werthe substituirt werden, man erhält:

$20^h\ 25'\ 58,''63 - 0,1726\, dR$ M. Par. Zt.
$20\ \ 44\ \ 31,\ 58 - 0,1744$ -

Winthrop beobachtete beide um

$16^h\ 45'\ 29,''8.$ M. Z. von St. Johns.
$17\ \ 3\ \ 58,\ 0$

folglich $3^h\ 40'\ 28,''83 - 0,1726\, dR$
$33,\ 58 - 0,1744$ -

$3^h\ 40'\ 31,''2 - 0,1735\, dR$ westl. L. v. Paris
$47°\ 32'$ nördl. Br. von St. Johns.

33.

Nach Vollendung dieser Rechnungen erhielt ich durch die zuvorkommende Güte des Herrn Professor Harding noch einige Beobachtungen, deren Kenntnifs ich mir früher nicht hatte verschaffen können.

I. Verhandelingen uitgeg. door de Hollandsche Maetschappy der Wetenschappen te Harlem Deel. VI. & VII.

1. Batavia.

Der Prediger Mohr beobachtete auf seinem Landsitze Kliphoff, eine Stunde Weges östlich von Batavia, mit einem 18 und 27zolligen Telescop von Adams, an einer Secunden-Taschenuhr, die drei Berührungs-Momente. Der Capitain

Gerrit de Haan, und der Schiffer Pieter Jan Socle, maſsen in demselben Augenblicke die Sonnenhöhe

21^h	30'	30"	Höhe ☉	43°	4'
3	25	5		32	42
3	41	30		28	54.

Die Conn. d. t. hat für Batavia

Länge 6^h 58' 15" . . Breite — 6° 12' 0" (südl.)

Dafür finden sich die Berührungen in wahrer Pariser Zeit nach den verbesserten Elementen

14^h 34' 5,"8	—	0,557 dR
20 28 5, 3	+	0,821 -
20 45 36, 8	+	0,806 -

Berechnet man die Sonnenhöhen mit der mittleren Refraction, (die Uhrzeiten sind nur nach Sonnen-Auf- und Untergang berichtigt) und versteht unter d Alt. ☉ einen Fehler von einer Minute in der beobachteten Sonnenhöhe, so sind die wahren Zeiten in Batavia:

21^h	28'	35,"7	+ 5,193	d Alt ☉
3	22	34, 5	— 4,748	-
3	40	26, 9	— 4,656	-

woraus die Längen folgen

6^h	54'	29,"9	+ 5,193	d Alt. ☉
		29, 2	— 4,748	-
		50, 1	— 4,656	-
6^h	54'	36,"4	— 1,404	d Alt. ☉.

Schwerlich dürfte irgend eine Annahme diese Länge mit der oben gegebenen vereinigen können. Gegen Fehler in den Sonnenhöhen oder der Beobachtung (die freilich ohne Blendglas geschah) strei-

tet die ziemlich gute Uebereinstimmung aller drei Momente. Ein Irrthum im Collimationsfehler kann theils nicht so beträchtlich seyn, theils wirkt er auf das erste und zweite Moment im entgegengesetzten Sinne.

2. Franecker.

Ypey beobachtete den Austritt um
20^h 40′ 42″ W.Z.
20 59 2.

Die verbesserten Elemente geben
20^h 28′ 2,″6 — 0,041 dR W. Par. Zt.
20 46 16, 7 — 0,023. –

Woraus die Länge = 12′ 39,″4
45, 3

12′ 42″ östl. v. Paris.
Breite 53° 12′ (geschätzt.)

3. Harlem.

Einige Liebhaber sahen den Austritt um
20^h 37′ 20″ W. Z.
57 25 bis 29.

Die verbesserten Elemente geben
20^h 28′ 8,″7 — 0,048 dR W. P. Zt.
46 22, 7 — 0,031 –

Länge . . 9′ 11,″3
11 2, 3 — 6,3.

Die äufsere Berührung scheint, vielleicht durch einen Schreibfehler, um 2′ irrig. Die Conn. d. t. hat aus Dreiecken

Länge 9′ 12″
Breite 52° 22′ 56″.

4. Middelburg.

Nach de Munck, Astronomen des Prinzen von Oranien, geschah der Austritt um

$20^h\ 33'\ 21''$ W. Z.
20 51 26.

Nach den verbesserten Elementen um

$20^h\ 28'\ 15,''5 - 0,056\,dR$ W. Par. Zt.
46 29, 7 — 0,038 -

Länge . . . 5 5, 5.
4 56, 3

5′ 1″

Die Conn. d. t. aus Dreiecken

Länge 5′ 9″
Breite 51° 30′ 6″.

II. Gentleman's Magazine Vol. 31. 1761.

5. Stalbridge.

Beobachtung von Steph. Bolton.

$20^h\ 9'\ 30''$ W. Z.
27 30.

Verbesserte Elemente $20^h\ 28'\ 21,''8 - 0,084\,dR$ W.P.Z.
46 38, 1 — 0,067 -

Länge . . . 18′ 51,″8
19 8, 1

19′ 0″ westl. v. Paris.

Breite . . . 50° 55½′ (geschätzt.)

Der Beobachter selbst setzt seinen Standpunct 10′ westl. von London, oder 19′ 44″ von Paris.

6. Wakefield.

Ein Beobachter, der sich G. G. unterzeichnet hat, sah den Austritt um

	20^h	12′	16″	W. Z.
	20	30	39.	

Nach den verbesserten Elementen geschah er

	20^h	28′	2,″3 — 0,067 dR	W. P. Z.
	20	46	18, 8 — 0,052 -	
Länge . .		15	46, 3	
			39, 8	
		15	43	westl. v. Paris.

Die Conn. des tems setzt nach Sternbedeckungen

Länge 15′ 41″
Breite 53° 41′ 0″.

7. Wadenho.

Beobachtung von W. J.

	20^h	16′	34″	W. Z.
	20	34	55	
Verb. Elem.	20	28	10, 7 — 0,070 dR	W. P. Z.
		46	26, 8 — 0,051 -	
Länge . .		11	36, 7	
			31, 8	
		11′	34″	westl. v. Paris.
Breite		52°	26′	(geschätzt.)

Früheren Annahmen zufolge war Wadenho 2′ westl. von London, oder 11′ 44″ von Paris.

8. Bath.

Beobachtung	20^h	9'	53"	W. Z.
	20	27	23	
Rechnung	20	28	18, 4	— 0,081 dR W. P. Z.
		46	34, 9	— 0,064 -
Länge . . .		18	25, 4	
		19	11, 9	
		18	48, 7	westl. v. Paris.
Nach der C. d. t.		18	46	
Breite		51°	22'	30".

9. Powderham Castle, bei Exeter.

Beob. Will. Chapple	20^h	6'	26"	W.Z.
		23	56.	
Rechnung	20^h	28'	23,"7	— 0,089 dR W. Par. Zt.
		46	40, 4	— 0,073 -
Länge . . .		21	57, 7	
		22	44, 4.	

Der Beobachter selbst giebt an, sein Standpunct liege, dem Mercurs-Durchgang von 1753 zufolge, 13' 56" westl. von London, oder 23' 40" von Paris.

Breite 50° 39' (geschätzt.)

III. Schriften der Copenhagener Societät

9ter Th.

10. Copenhagen.

Horrebow giebt hier die Berichtigung seiner Uhrzeit und die wahren Momente des Austritts

21^h 6' 35,"8 M. Z.
21 24 3, 1 -

Nach den Elementen gesehahen die Berührungen um

$20^h\ 25'\ 49,''3 - 0{,}001\ dR$ M. Par. Zt.
$20\quad 44\quad 2,\ 2 + 0{,}027$ –

Woraus die Längen $40'\ 46,''5$
$40\quad 0,\ 9$

wenig mit der wahren $41'\ 0''$ übereinstimmend. Schon die um eine Minute zu kleine Durchgangszeit deutet auf ungünstige Umstände hin.

In den Phil. Transact. 1768 pag. 200 fanden sich noch zwei Beobachtungen.

11. Neapel.

Im königl. Colleg. beobachtete Pater Carcani mit einem vorzüglichen Fernrohre von 24 Palmen den Austritt um

$21^h\ 16'\ 55''$ W. Z.
$21\quad 35\quad 20$

Die Rechnung giebt

$20^h\ 29'\ 20,''0 - 0{,}027\ dR$ W. Par. Z.
$47\quad 25,\ 5 - 0{,}015$ –

Länge . . . $47\quad 35,\ 0$
$54,\ 5$

$47'\ 44,''8$

In der M. C. XXVI. p. 186 findet Wurm für das königl. Museum

Länge $47'\ 41,''4$
Breite $40°\ 51'\ 5''$.

12. Malta.

In la Vallette sah ein gut unterrichteter Steuermann, mit einem Spiegelteleskop von 3 Palmen, den Austritt um

21^h 17′ 50″ W. Z.
36 33

Die Rechnung giebt

20^h 29′ 53,″4 — 0,031 dR W. Par. Z.
47 57, 4 — 0,010 -

Länge 47 56, 6
48 35, 6

48 16.

Die neuesten Beobachtungen von Rumker in v. Zach Corr. astron. Vol. II. 363 & 572 geben die Länge 48′ 26″ bis 29″. Breite 35° 54′ 1″.

Eine ziemlich vollständige Sammlung aller Beobachtungen dieses Durchganges steht in der Geschichte der Sonnenparallaxe, die Cassini seinem Werke: Voyage en Californie pour l'observation du passage de Venus le 3. Juin 1769, par Mr. Chappe d'Auteroche, angehängt hat. Er führt hier aufser den oben berechneten noch folgende auf:

No.	Orte	Beobachter	Austritt	W.Z.	Fernrohr
13	Orleans	Jousse	in.Ber.	20^h26′20″	12 füfs.
			äuf. –	44 20	
14	Chalons	Lestrés	in.Ber.	35 10	16zol.Sp.T.
			äuf. –	52 59	
15	Vire	Gaultier	in.Ber	15 5	
			äuf. –	33 27	
16	Bordeaux	Desmarets	in.Ber.	17 21,8	
			äuf. –	35 39,5	

Die verbesserten Elemente geben dafür die wahren Pariser Zeiten

20ʰ 28'	41,"5	—	0,076 *dR*
46	54, 9	—	0,058 -
28	32, 8	—	0,061 -
46	45, 9	—	0,042 -
28	35, 8	—	0,080 -
46	50, 6	—	0,063 -
29	4, 2	—	0,098 -
47	17, 8	—	0,080 -

Woraus die Längen von Paris folgen

Orleans	—	2'	28"
Chalons	+	6	25
Vire	—	13	27
Bordeaux	—	11	40.

Die C. d. t. und Cassini haben aus Dreiecken

Orleans	—	1'	42"
Chalons	+	8	7
Vire	—	8	56
Bordeaux	—	11	37.

Der Grund der starken Abweichung bei den ersten drei Orten mufs in der Zeitbestimmung liegen.

Die besseren unter diesen Beobachtungen schliessen sich den gefundenen Resultaten so nahe an, dafs aus der Nichtbenutzung derselben kein merklicher Nachtheil entstanden seyn kann. Bei der Mehrzahl würde die Ungewifsheit der Länge, oder der Art der Zeitbestimmung, überdem schwerlich die Zuziehung erlaubt haben, wenn sie auch früher bekannt gewesen wären.

Ueber die Zuverlässigkeit der gefundenen Resultate wird der zweite Venusdurchgang am sichersten entscheiden.

Anhang.

Observatio Veneris in Sole 1761 Jun. 6 a. m. per machinam parallact. tubo 6 ped. a Tob. Mayer Göttingae instituta.

Sid. obs.	Tempus horolog.	Tempus ver.	Part. micrometr. aequal	Dist. Decl. Centr. ♀ et ☉ Part. micr. et valor.	Dist. AR. Centr. ♀ et ☉ in temp.
	h ′ ″	h ′ ″		′ ″	″
☉	8 14 31,0		☉ { 24 26		
♀	16 2,0	5 12 54	5 57	5 1,5	24,35
♀	16 6,0		♀ { 19 56	8 37	
☉	16 48,3		20 30		
☉	8 18 2,1		☉ 23 41		
♀	19 31,8	5 16 24	♀ { 19 16	5 3	23,10
♀	19 35,6		19 46	8 39	
☉	20 19,1		. . . .		
☉	8 22 23,0		☉ 21 56		
♀	23 51,7	5 20 43	♀ { 17 42	5 12	22,55
♀	23 55,5		18 12	8 55	
☉	24 40,1				
☉	8 27 23,0		☉ 22 52		
♀	28 51,0	5 25 41	♀ { 18 35	5 12,5	21,45
♀	28 55,0		19 8	8 56	
☉	29 40,1				
☉	8 34 34,0		☉ { 25 0		
♀	35 59,5	5 32 48	6 36	5 18,5	18,85
♀	36 3,6		♀ { 20 52	9 6	
☉	36 51,4:		21 21		
☉	8 53 18,5		☉ 22 16		
♀	54 38,3	5 51 24	♀ { 18 13	5 25,5	13,35
♀	54 42,3		18 44	9 19	
☉	55 35,4		. . . . .		

Sid. obs.	Tempus horolog.	Tempus ver.	Part. micrometr. aequal	Dist. Decl. Centr. ♀ et ☉ Part. micr. et valor.	Dist. AR. Centr. ♀ et ☉ in temp.
	h ' "	h ' "		' "	"
☉	8 57 17,0		☉ 24 0		
♀	58 36,5	5 55 22	♀ 20 0	5 28,5	13,10
♀	58 40,7		20 31	9 24	
☉	59 34,0		☉ 5 28		
☉	9 9 47,0		☉ 25 2		
♀	11 3,0	6 7 46	6 34	5 37,5	9,45
♀	11 6,9		♀ 21 12	9 38	
☉	12 4,0		21 39		
☉	9 35 26,8		☉ 23 36		
♀	36 36,2	6 33 15	♀ 19 55	5 49,5	2,75
♀	36 40,4		20 27	9 59	
☉	37 44,3		☉ 5 7		
☉	9 38 43,5		☉ 24 48		
♀	39 51,6	6 36 30	6 18	5 55	1,55
♀	39 55,6		♀ 21 14	10 10	
☉	41 0,6		21 46		
☉	9 44 21,9		☉ 23 34		
♀	45 27,5	6 42 24	5 6	5 51	0,75
♀	45 31,5		♀ 19 56	10 1	
☉	46 28,6		20 27		
* ☉	9 54 34,5		☉ 24 0		
♀	55 37,5	6 52 13	5 34	6 0	3,00
♀	55 41,5		♀ 20 31	10 17	
☉	56 50,5		21 3		
☉	10 54 5,9		☉ 23 11		
♀	54 53,5	7 51 18	4 52	6 32,5	19,45
♀	54 57,5		♀ 20 16	11 13	
☉	56 24,0		20 49		
* ☉	10 58 57,7		☉ 24 0		
♀	59 43,3	7 56 8	5 27	6 36,5	21,15
♀	59 47,5		♀ 21 10	11 21	
☉	11 1 15,4		21 37		

* Diese beiden Beobachtungen sind im Originale so bezeichnet.



